

SUR

LA PHYLOGÉNIE DES DIPNEUSTES

PAR

Louis Dollo,

Conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique,
Président de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie,
à Bruxelles.

PLANCHES V-X.

à *M. R. H. Traquair, M. D., LL. D., F. R. S.,*
au Maître incomparable en Palæichthyologie.

I

INTRODUCTION.

I. DÉFINITION. — Je désigne, ici, sous le nom de *Dipneustes*, les Dipneustes proprement dits, au sens restreint du mot, à l'exclusion des Arthrodères (1).

II. HISTORIQUE. — 1. Un des naturalistes les plus compétents en cette matière, M. A. S. Woodward, Conservateur-adjoint du Département géologique, au British Museum, écrivait, en 1891, à propos de l'évolution des Dipneustes (2) :

« Concerning the evolution of the Dipnoi, palæontology as yet affords no information. So long ago as the Devonian period, there were members of the subclass agreeing precisely with the existing

Ceratodus in the development of the fins and the axial skeleton of the trunk. At that remote period, too, the chief part of the dentition had assumed the form of great plates upon the splenial bones and the palate; and the principal difference between such a type as *Phanero-pleuron* and the existing genus just mentioned seems to consist in the comparative fewness of the cranial roof-bones in the latter and the absence of membrane-bones on the margin of the jaw. The typical Dipnoi of the Devonian period had, indeed, already become more specialized than any known in later times; *Dipterus* exhibiting differentiated dorsal fins and a heterocercal tail. »

M. Woodward considère donc la diphyrcie de *Ceratodus* comme une diphyrcie primitive (ou *diphyrcie* vraie), et non comme une diphyrcie secondaire (ou *géphyrocie* (3)).

2. En 1893, M. R. H. Traquair, Conservateur des collections d'Histoire naturelle du Museum of Science and Art, à Edimbourg, — dont tous les travaux sont de véritables modèles de précision, — comparant entre eux *Dipterus Valenciennesi*, *Dipterus macropterus*, *Scaumenacia curta* et *Phaneropleuron Andersoni*, s'exprime ainsi (4) :

« As a matter of evolution the series would of course be reversed, *Phaneropleuron* being first and *Dipterus Valenciennesii* last. »

M. Traquair regarde donc, également, la diphyrcie de *Phaneropleuron* comme une diphyrcie primitive (ou *diphyrcie* vraie), et non comme une diphyrcie secondaire (ou *géphyrocie*).

3. Cependant, dès 1882, F. M. Balfour et M. W. N. Parker (ce dernier, actuellement, Professeur de Biologie à l'Université de Cardiff), — se basant sur la structure de la nageoire caudale de *Ceratodus*, — déclaraient (5) :

« The above considerations appear to us to show with very considerable probability that the true caudal fin of the Dipnoi has become all but aborted like that of various Teleostei; and that the apparent caudal fin is formed by the anal and dorsal fins meeting round the end of the stump of the tail. »

Balfour et M. Parker estiment donc, eux, que la diphyrcie de *Ceratodus* n'est pas une diphyrcie primitive (ou *diphyrcie* vraie), mais une diphyrcie secondaire (ou *géphyrocie*).

Toutefois, ils ne tirent de là aucune déduction, quant à l'évolution, ou à l'origine, des Dipneustes.

4. Et, tout récemment, en 1894, M. B. Dean, Professeur de Biologie au Columbia College, à New-York, — s'appuyant sur la structure de la nageoire caudale de *Cladoselache*, et sur des considérations embryologiques, — concluait (6) :

« Diphycercy in its existing conditions, with radials developed, as in *Ceratodus*, is, in the opinion of the present writer, a specialized, perhaps more strictly a degenerate condition, directly comparable with gephyrocercy, as shown in *Echiodon*, figured by Ryder. »

M. Dean est donc, aussi, d'avis que la diphycercie de *Ceratodus* n'est pas une diphycercie primitive (ou *diphycercie* vraie), mais une diphycercie secondaire (ou *géphyrocercie*).

Pourtant, lui, non plus, ne tire aucune déduction de son interprétation, quant à l'évolution, ou à l'origine, des Dipneustes.

III. BUT DE LA PRÉSENTE NOTE. — 1. Je me propose, dans ce travail :

1. De démontrer, à l'aide d'arguments autres que ceux employés par mes prédécesseurs, que la *diphycercie* des *Dipneustes* est bien réellement une diphycercie secondaire, ou *géphyrocercie* ;

2. De faire ressortir les conséquences qui en résultent pour l'*origine*, l'*évolution* et la *descendance* (? Batraciens) de ces Poissons.

2. Mais, avant d'aborder mon sujet, c'est, pour moi, un agréable devoir d'adresser mes plus vifs remerciements :

1. A M. *Traquair*, pour la bonté qu'il a eue de préparer, spécialement à mon usage, avec son expérience consommée, des *restaurations originales* de *Dipterus Valenciennesi*, *Dipterus macropterus*, *Scaumenacia curta* et *Uronemus lobatus* ;

2. A M. *E. R. Lankester*, Professeur à l'Université d'Oxford, pour l'obligeance qu'il a montrée en me communiquant l'épreuve d'une des planches de son mémoire sur *Lepidosiren*, qui doit paraître incessamment dans les *Transactions* de la Société zoologique de Londres ;

3. A M. *A. Geikie*, Directeur-général du Service géologique du Royaume-Uni, à Londres, qui, avec sa bienveillance habituelle, a été assez aimable pour me transmettre diverses données stratigraphiques sur le Dévonien de l'Écosse ;

4. A M. *J. Bohls*, Assistant au Musée d'Histoire naturelle de Hambourg, qui a eu la complaisance de me faire connaître les Poissons recueillis par lui avec *Lepidosiren* ;

5. A M. *G. A. Boulenger*, Assistant au Département zoologique du British Museum, qui m'a envoyé, à plusieurs reprises, d'importants renseignements sur *Periophthalmus Kœlreuteri* et sur *Rhamphichthys Blochii* ;

6. A M. *Woodward*, qui m'a permis de profiter des épreuves relatives à *Ætheolepis*, — du texte de la troisième partie de son Catalogue des Poissons fossiles et de la planche IV de son mémoire destiné au

recueil du Service géologique de la Nouvelle Galles du Sud, — actuellement sous presse ;

7. A M. G. B. *Howes*, Professeur au Royal College of Science, à Londres, qui a bien voulu me prêter un ancien volume (1859) du *Quarterly Journal of Microscopical Science*, que je n'avais pu me procurer en Belgique.

II

ÉVOLUTION DES DIPNEUSTES.

I. PALÉONTOLOGIE. — 1. Considérons la série formée par les *Dipneustes* actuellement *bien définis*, et plaçons-nous au point de vue de la nature de la *nageoire caudale* et de la *distribution stratigraphique*. Nous aurons (7) :

DIPNEUSTES.	QUEUE.	AGE.
1. <i>Lepidosiren</i> .	Diphycerque.	Holocène (= actuel).
2. <i>Protopterus</i> .	—	—
3. <i>Ceratodus</i> .	—	Trias, Jurassique, Holocène.
4. <i>Gosfordia</i> .	—	Trias.
5. <i>Conchopoma</i> .	—	Permien.
6. <i>Sagenodus</i> .	—	Carbonifère, Permien.
7. <i>Ctenodus</i> .	—	Carbonifère.
8. <i>Uronemus</i> .	—	Carbonifère inférieur.
9. <i>Phaneropleuron</i> .	—	Dévonien supérieur (part. sup.) (8).
10. <i>Scaumenacia</i> .	Hétérocerque.	— — (— inf.) (9).
11. <i>Dipterus macropterus</i> .	—	— inférieur (— sup.) (10).
12. <i>Dipterus Valenciennesi</i> .	—	— — (— inf.) (11).

2. Il me semble que ce tableau est assez significatif, et que, à moins de nier l'enchaînement des *Dipneustes* dans le temps, c'est-à-dire l'Évolution elle-même, il faut regarder la *diphycercie*, chez ces Poissons, comme *secondaire*; en d'autres termes, comme une *géphyrocercie*.

3. Je sais bien qu'on peut ici, comme toujours, plaider l'*insuffisance des documents paléontologiques*, — d'ailleurs, très réelle, en la plupart des cas, — et prétendre que, tôt ou tard, on découvrira des *Dipneustes* diphycerques dans le Silurien.

C'est possible. Mais rien ne le prouve jusqu'à présent. Tenons-nous en donc aux faits établis aujourd'hui.

Remarquons encore, cependant, que tous les Poissons connus du Silurien sont hétérocerques.

4. Et comment, d'un autre côté, si les ancêtres de *Phaneropleuron* étaient diphycerques, ces ancêtres ne se seraient-ils conservés nulle part, du Canada à l'Europe occidentale, depuis la partie inférieure du Dévonien inférieur (inclusivement) jusqu'à la partie supérieure du Dévonien supérieur (exclusivement), — alors que les restes des Dipneustes hétérocerques contemporains sont parvenus jusqu'à nous ?

5. Comment, aussi, la spécialisation supposée de *Dipterus* (corps fusiforme + nageoires impaires discontinues + queue hétérocerque), qui aurait pris naissance durant le Dévonien inférieur, ne s'est-elle plus jamais reproduite depuis, — s'il s'agissait là d'une spécialisation véritable ?

On peut objecter, il est vrai, que les mêmes conditions d'existence, sous l'influence desquelles la sélection naturelle avait fixé cette forme, n'ont plus été réalisées par la suite.

De l'Écosse (*Ctenodus*) au Cap de Bonne-Espérance (*Ceratodus capensis*) ? De l'Inde (*Ceratodus hislopius*) à l'Australie (*Gosfordia*) ? De la Prusse rhénane (*Conchopoma*) à l'Amérique du Sud (*Lepidosiren*) ? — Et du Carbonifère (*Uronemus*) à nos jours (*Protopterus*) ?

C'est encore possible. Mais l'hypothèse est purement gratuite. De plus, invraisemblable. Car, dans cet espace immense et pendant cette longue période, beaucoup de Poissons ont vécu, dont le contour extérieur et les nageoires impaires rappellent absolument *Dipterus*.

Preuve évidente qu'il y eut, sur notre globe, depuis la fin de l'époque dévonienne, des milieux compatibles avec la présence de types dip-téroïdes.

6. Je ne veux pas méconnaître, non plus, que des Organismes très spécialisés aient pu se développer de bonne heure et aient disparu sans laisser descendance.

Tels, *Anoplotherium*, *Diplopus*, *Elotherium*, *Xiphodon*, parmi les Mammifères ; *Hesperornis*, parmi les Oiseaux ; les *Ichthyosauriens*, les *Mosasauriens*, les *Plésiosauriens*, les *Ptérosauriens*, parmi les Reptiles.

Mais ces êtres sont, alors, précédés, dans le temps, par d'autres plus primitifs : les premiers, par *Phenacodus* ; le second, par *Archæopteryx* ; les derniers par *Palæohatteria*.

Tandis que, pour les Dipneustes, ce serait, justement, le plus ancien (*Dipterus Valenciennesi*, de la partie inférieure du Dévonien inférieur) qui serait le plus spécialisé !

A ce propos, je n'ignore pas qu'il est permis de soutenir qu'on découvrira, dans l'avenir, un Dipneuste diphycerque, encore plus ancien, souche commune de l'intégralité de ses successeurs, qui serait le plus primitif de tous.

C'est toujours possible. Cependant, il n'y a pas, actuellement, le moindre indice en faveur de cette prévision. Nous ne pouvons donc nous baser sur cette simple affirmation.

7. D'autant moins que, — d'après ces vues, — dans l'état présent de nos connaissances, — non seulement le Dipneuste le plus ancien serait le plus spécialisé, — mais *la spécialisation irait régulièrement en croissant*, — pour le groupe entier, — au fur et à mesure qu'on s'enfonce dans les terrains.

Nous avons, en effet (12) :

DIPNEUSTES.	NAGEOIRES IMPAIRES.	AGE.
1. <i>Lepidosiren</i> .	Continues.	Holocène (= actuel).
2. <i>Protopterus</i> .	—	—
3. <i>Ceratodus</i> .	—	Trias, Jurassique, Holocène.
4. <i>Gosfordia</i> .	—	Trias.
5. <i>Conchopoma</i> .	—	Permien.
6. <i>Sagenodus</i> .	—	Carbonifère, Permien.
7. <i>Ctenodus</i> .	—	Carbonifère.
8. <i>Uronemus</i> .	—	Carbonifère inférieur.
9. <i>Phaneropleuron</i> .	Une anale distincte.	Dévon. sup. (part. sup.).
10. <i>Scaumenacia</i> .	2 longues dorsales + 1 caudale + 1 anale.	Dévon. sup. (part. inf.).
11. <i>Dipterus macropterus</i> .	1 courte dorsale + 1 longue dorsale + 1 caudale + 1 anale.	Dévon. inf. (part. sup.).
12. <i>Dipterus Valenciennesi</i> .	2 courtes dorsales + 1 caudale + 1 anale.	Dévon. inf. (part. inf.).

8. Et ce n'est pas tout. La *diphycercie* de *Ceratodus* n'est pas identique à celle d'*Uronemus*, et celle-ci diffère de celle de *Phaneropleuron*.

Uronemus (13), par la forme de la nageoire impaire et par la direction de l'axe longitudinal de la queue, s'écarte moins de l'hétérocercie que *Ceratodus*.

Et, dans ces mêmes points, *Phaneropleuron* (14) se rapproche encore davantage des Dipneustes diptéroïdes.

Or, *chronologiquement*, le passage se fait dans le sens *Phanero-pleuron*, *Uronemus*, *Ceratodus*, — et non inversement.

Ces trois genres nous montrent donc trois phases d'*achèvement* de la *transformation* de l'*hétérocercie* en une diphycercie secondaire, ou *géphyrocercie*.

9. Enfin, *Scaumenacia* (15) nous fait saisir sur le vif la véritable nature de la nageoire caudale des Dipneustes diphycerques.

Car tout ce qui lui reste de la *caudale diphycerque primitive* des Poissons (= lobe dorsal de la caudale hétérocercue) est *sur le point* de disparaître.

Et la *seconde dorsale*, très longue, *va* se souder à la queue, pour contribuer à constituer une caudale nouvelle (= caudale des Dipneustes diphycerques), dont la valeur morphologique sera : seconde dorsale + lobe ventral de la caudale hétérocercue = seconde dorsale + seconde anale (16).

Un pas de plus, et nous avons les dispositions réalisées chez *Phanero-pleuron*, où la caudale primitive est complètement atrophiée, et où, sauf l'anale (première), toutes les nageoires impaires sont réunies.

Or, *chronologiquement*, *Phanero-pleuron* est postérieur à *Scaumenacia*.

Par conséquent, nous assistons, ici, à l'*évolution* d'une queue *hétérocercue* en une queue diphycercue secondaire, ou *géphyrocercue*, de valeur morphologique : seconde dorsale + seconde anale = $(D^2 + A^2)$.

Ce que Balfour et M. Parker avaient déjà conclu de la structure de la nageoire caudale chez les Dipneustes actuels.

10. Et, pour terminer, l'*anale* (première), — d'abord absolument indépendante de forme et de direction (*Dipterus Valenciennesi*), — s'assimile de plus en plus au lobe ventral de la caudale (= seconde anale) (*Dipterus macropterus*, *Scaumenacia*, *Phanero-pleuron*), — et arrive à être confluyente avec lui (*Uronemus*).

11. Après les nageoires impaires, passons à la *squamation*.

Chez les *Téléostomiens* (Ganoïdes + Téléostéens), son évolution consiste, notamment, dans la transformation d'écailles rhomboïdes épaisses et émaillées en écailles cycloïdes minces et dépourvues de ganoïne.

Les écailles cycloïdes assez épaisses et plus ou moins recouvertes d'émail représentent un stade intermédiaire.

Cryphiolepis (17), *Thrissolepis* (18), *Ætheolepis* (19) sont des genres très appropriés à nous montrer cette évolution.

La squamation des *Dipneustes*, par son identité avec celle de beaucoup de Téléostomiens, doit nous porter à admettre une évolution analogue.

Or, tous les *Dipneustes* connus ont des écailles cycloïdes. Il est donc probable que l'ancêtre du groupe avait déjà de semblables écailles. Dès lors, rien à attendre de ce côté.

Mais *Dipterus Valenciennesi* a des écailles épaisses, émaillées, ponctuées.

Et ce n'est que chez les types plus récents que les écailles minces et dépourvues de ganoïne apparaissent.

En conséquence, la chronologie est d'accord avec les indications fournies par les Téléostomiens.

Ce qui précède nous prouve également qu'au point de vue de la squamation, l'évolution des *Dipneustes* se fait aussi dans le sens des formes hétérocerques vers les formes diphycerques.

12. Examinons, à présent, le *sommet de la tête*.

Chez *Dipterus* (20), il est constitué par un grand nombre de pièces osseuses revêtues de ganoïne ;

Chez *Ctenodus* (21), la ganoïne a disparu ;

Chez *Ceratodus* (22), le nombre des éléments du bouclier céphalique a, en outre, diminué ;

Chez *Lepidosiren* (23), ce bouclier a presque complètement cessé d'être osseux, car il ne consiste plus qu'en deux étroites languettes réunies par une membrane.

Nous assistons donc, ici, à une réduction progressive de l'ossification du sommet de la tête.

Or, la série de *Dipneustes* qui nous montre les phases successives de cette régression se trouve précisément ordonnée chronologiquement, et du plus ancien au plus récent.

Donc, en ce qui regarde le sommet de la tête, l'évolution des *Dipneustes* se fait encore dans le sens des formes hétérocerques vers les formes diphycerques.

13. Les *plaques jugulaires*.

Sans parler des *Dipneustes* (dont certains en ont, tandis que d'autres en sont privés), elles existent, plus ou moins développées, chez presque tous les Ganoïdes et chez les plus primitifs des Téléostéens.

Comme il est peu probable que ces plaques aient pris naissance indépendamment, par convergence, chez tant de Poissons, d'ailleurs

si différents, il est raisonnable de supposer que ceux qui les possèdent en ont hérité d'un ancêtre commun, — et que ceux qui en manquent les ont perdues.

Mais *Dipterus* (24) et *Phaneropleuron* (25) ont des plaques jugulaires ;

Ceratodus, *Protopterus* et *Lepidosiren* en sont dépourvus ; autrement dit, les ont perdues.

Et, chronologiquement, les premiers sont plus anciens que les seconds.

Dès lors, l'évolution des Dipneustes, en ce qui concerne les plaques jugulaires, se fait également dans le sens des formes hétérocerques vers les formes diphycerques.

14. L'appareil operculaire.

Chez *Dipterus* (26), il est large et recouvert de ganoïne ;

Chez *Uronemus* (27), large, toujours, mais l'émail a disparu ;

Chez *Ceratodus* (28), il est, en plus, réduit ;

Chez *Lepidosiren* (29), encore davantage.

Dans quel sens se fait l'évolution ?

De *Ceratodus*, par *Protopterus*, à *Lepidosiren*, — dans le sens même de cette énumération.

Car, plus la respiration pulmonaire se perfectionne, plus la respiration branchiale s'affaiblit, — et plus, aussi, les branchies s'atrophient, ainsi que leur appareil de protection, le système operculaire.

Par conséquent, chez les Dipneustes, l'appareil operculaire le moins développé n'est pas un appareil en voie d'évolution progressive, mais un appareil en régression.

Ce qui concorde avec les données chronologiques.

De tout quoi il résulte qu'à l'égard de cet appareil, l'évolution du groupe se fait, encore une fois, dans le sens des formes hétérocerques vers les formes diphycerques.

15. L'absence de ganoïne sur la mâchoire inférieure, — le ruban fibreux sous-orbitaire, avec sa chaîne d'osselets en nombre variable, — la moindre ossification du crâne spondylique et de la mandibule, — chez *Ceratodus* (30), — sont également des *réductions* de l'état réalisé chez *Dipterus*, — et indiquent aussi une évolution dans le sens *Dipterus-Ceratodus*, — d'ailleurs exigée par la chronologie, — et non la transformation inverse.

16. Au surplus, ces multiples *régressions* ne doivent point trop nous

étonner, puisque *toute évolution est accompagnée d'une régression*.

Et, d'autre part, nous avons des exemples absolument parallèles, — d'ossification moins intense, — de disparition des plaques jugulaires, — de rudimentation de l'appareil operculaire, — chez les Ganoïdes acipenséroïdes, notamment.

Il suffit, pour s'en convaincre, de comparer *Polyodon*, ou *Acipenser*, à *Palæoniscus* (31).

17. La discussion paléontologique à laquelle nous venons de nous livrer montre assez clairement, me semble-t-il, que la série :

Dipterus Valenciennesi, — *Dipterus macropterus*, — *Scaumenacia*, — *Phaneropleuron*, — *Uronemus*, — *Ctenodus*, — *Ceratodus*, — *Protopterus*, — *Lepidosiren*, —

représente, dans ses grandes lignes, — l'évolution des *Dipneustes*, — depuis le Dévonien inférieur inclusivement.

18. Non pas que je veuille prétendre qu'il s'agisse là d'une *descendance en ligne directe*.

Assurément, non. D'abord, *Protopterus* et *Lepidosiren* sont contemporains. Puis, *Uronemus* a une dentition plus spécialisée que celle de ses successeurs (32).

Je pourrais aisément signaler d'autres difficultés. Mais je crois qu'il est inutile d'insister davantage.

19. En réalité, d'une manière générale, il est toujours extrêmement rare qu'on puisse mettre la main sur les véritables termes de la descendance en ligne directe, — à cause de l'insuffisance des documents paléontologiques, — et du chevauchement des spécialisations.

Hipparion a dépassé le stade *Equus*, pour la dentition; *Equus* a dépassé le stade *Hipparion*, pour les membres.

20. Cependant, si la série :

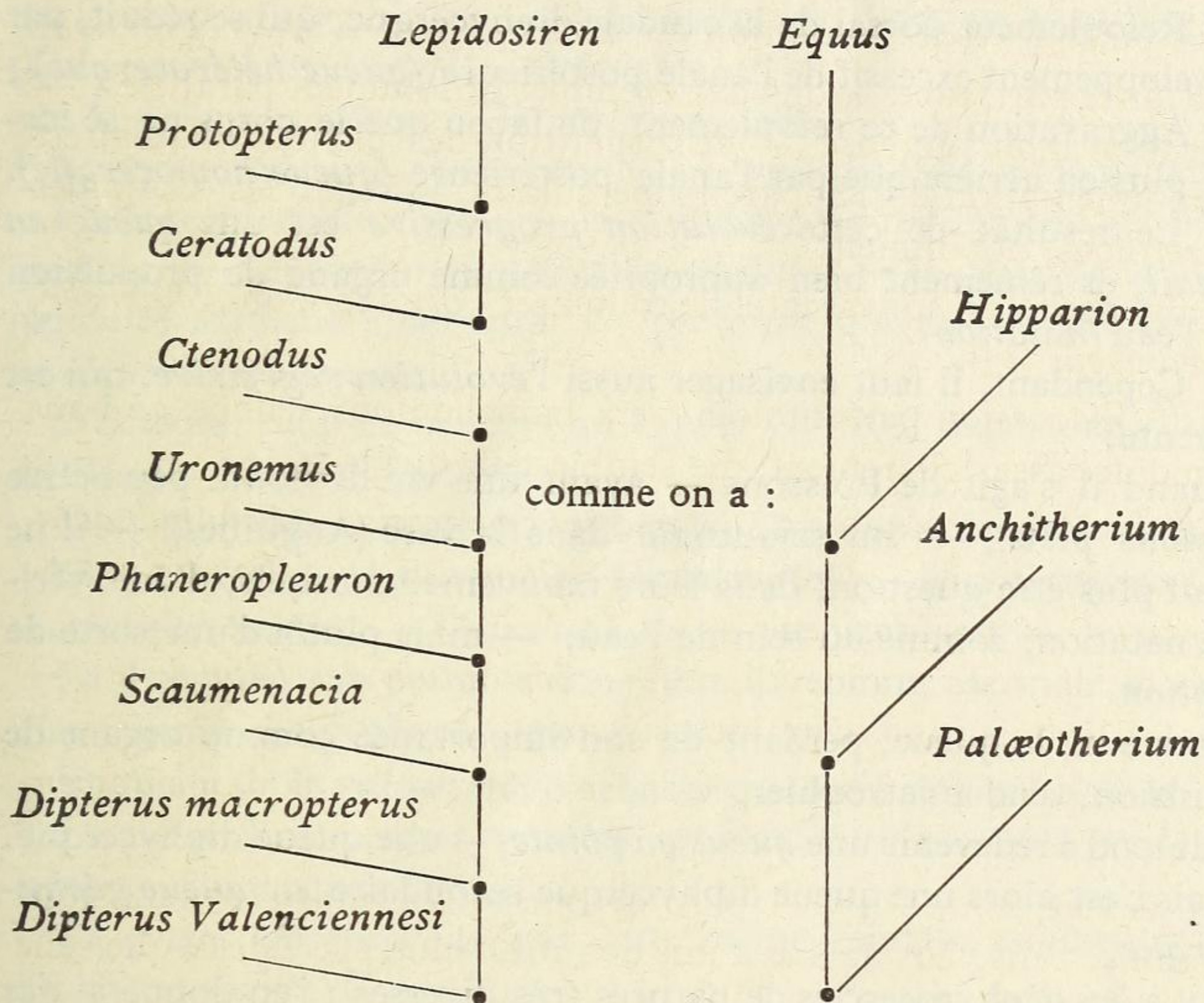
Palæotherium, — *Anchitherium*, — *Hipparion*, — *Equus*, — ne représente pas (33) les ascendants du cheval en ligne directe, elle nous montre fort bien, néanmoins, ce que fut l'évolution des *Equidés*, dans ses traits essentiels.

De même, la série :

Dipterus Valenciennesi, — *Dipterus macropterus*, — *Scaumenacia*, — *Phaneropleuron*, — *Uronemus*, — *Ctenodus*, — *Ceratodus*, — *Protopterus*, — *Lepidosiren*, —

nous fait assister aux phases les plus importantes de l'histoire des *Dipneustes*.

21. C'est-à-dire qu'on aurait :



II. MORPHOLOGIE. — 1. Les conclusions résumées dans cet essai d'arbre phylogénique ont pour point de départ l'interprétation de la diphycercie des Dipneustes comme une *diphycercie secondaire*, ou géphyrocercie.

2. Je vais m'efforcer, maintenant, d'établir, par d'autres *considérations* que celles invoquées plus haut, qu'il en est bien ainsi.

3. Et d'abord, je ne nie pas que la diphycercie, pour moi, secondaire des Dipneustes n'ait été précédée, avant la phase hétérocerque, par une *diphycercie primitive*, ou diphycercie vraie.

4. Je regarde cette diphycercie primitive comme démontrée, pour tous les Poissons, par l'embryologie (34), selon *la loi de la recapitulation* (35).

5. J'admets donc l'évolution progressive suivante de la *queue des Poissons* :

1. Nageoires impaires continues (*queue diphycerque primitive*, ou vraie);

2. Nageoires impaires discontinues :

2 dorsales (au moins à l'origine),

2 anales,

1 caudale (*queue diphycerque primitive*, ou vraie);

3. Refoulement dorsal de la caudale diphycerque, qui se réduit, par le développement excessif de l'anale postérieure (*queue hétérocerque*) ;

4. Aggravation de ce refoulement, de façon que le corps ne se termine plus en arrière que par l'anale postérieure (*queue homocerque*).

6. Le résultat de cette *évolution progressive* est une *queue en éventail*, extrêmement bien appropriée comme organe de propulsion dans l'eau (*natation*).

7. Cependant, il faut envisager aussi l'*évolution régressive*, qui est fréquente.

Quand il s'agit de Poissons — ayant une vie de fond, peu active (Poissons plats), — ou séjournant dans la vase (Anguilles), — il ne saurait plus être question, dans leurs mouvements usuels, d'une véritable natation, comme au sein de l'eau, — mais plutôt d'une sorte de *reptation*.

Chez eux, la queue, perdant de son importance comme organe de propulsion, tend à s'atrophier.

Elle tend à redevenir une *queue en pointe*, — une queue diphycerque.

Mais c'est alors une queue diphycerque secondaire, ou *queue géphyrocerque*.

Il y a des géphyrocercies de natures très diverses : j'en donnerai des exemples dans un instant.

8. On le voit, je suis loin de repousser l'existence d'une *diphycercie primitive*.

Toutefois, je pense qu'elle est, phylogéniquement, plus ancienne qu'on ne le croit généralement.

Car :

1. Les plus anciens Poissons connus (*Ostracodermes*) sont déjà hétérocerques ;

2. Les plus anciens *Elasmobranches* suffisamment connus, aussi ;

3. Les plus anciens *Ganoïdes* connus, également ;

4. Les plus anciens *Dipneustes* connus, de même.

9. Par conséquent, la *diphycercie primitive* remonte, probablement, à une phase de l'histoire des Poissons dont nous n'avons pas encore de représentants dans les terrains.

10. C'est pourquoi je suis convaincu que toutes les *diphycercies connues* (j'excepte, évidemment, le cas de l'*Amphioxus* (36)), passées ou présentes, sont des *diphycercies secondaires*, ou *géphyrocercies* (37).

11. Examinons quelques-unes de ces *géphyrocercies*.

Pour montrer leur *variété*, — sans sortir des *Ostéoptérygiens* (Dipneustes + Ganoïdes + Téléostéens), — nous étudierons, d'abord, quelques *Crossoptérygiens* fossiles (*Glyptolæmus*, *Cœlacanthiniens*) ; puis,

les Poissons plats (*Heterosomata*); enfin, les Poissons anguilliformes (*Calamoichthys*, *Anguilla*, *Fierasfer*).

12. Commençons par *Glyptolæmus* (38).

Et comparons-le à *Osteolepis* (39), — tous deux de la même famille.

L'allongement du tronc, — la réduction du revêtement général de ganoïne, — l'épaisseur moindre des écailles, — la perte de la plaque jugulaire médiane antérieure, — prouvent que le premier est plus spécialisé que le second.

D'ailleurs, celui-ci provient du Lower Old Red Sandstone; l'autre, de l'Upper Old Red Sandstone.

Mais *Glyptolæmus* est diphycerque; *Osteolepis*, hétérocerque.

Et, au surplus, le plus ancien *Osteolepidæ*, — le plus ancien Crossoptérygien même, — *Thursius* (40), — est hétérocerque.

La diphyercie se présente donc bien ici comme secondaire, c'est-à-dire comme une géphyrocercie.

Et quelle est la valeur morphologique de cette géphyrocercie?

La queue diphycerque primitive est formée uniquement par la véritable nageoire caudale : (C);

La queue hétérocerque, par cette même caudale, augmentée de la deuxième anale : $(C + A^2)$;

Or, chez *Glyptolæmus*, malgré le retour à la symétrie par rapport à l'axe longitudinal du corps, la deuxième anale ne s'est pas isolée à nouveau;

Dès lors, la queue diphycerque secondaire de ce Ganoïde a pour valeur morphologique : caudale + deuxième anale = $(C + A^2)$.

13. Les *Cœlacanthiniens* (41), en général, ont une « nageoire caudale supplémentaire » diphycerque.

Cette nageoire est-elle primitive, ou secondaire? Je dis qu'elle est secondaire, ou géphyrocercue.

Les plus anciens Cœlacanthiniens (*Cœlacanthus*) ne descendent pas au-dessous du Carbonifère inférieur, et ils ont déjà la nageoire caudale supplémentaire diphycerque.

Donc, rien à apprendre d'eux.

Mais, parmi les *Rhizodontidæ*, nous avons deux genres très instructifs : *Tristichopterus* (42) et *Eusthenopteron* (43).

Je reconnais, immédiatement, qu'il peut y avoir une assez grande différence taxonomique entre les *Rhizodontidæ* et les Cœlacanthiniens.

Mais cela n'empêche pas une connexion génétique possible.

Et, comme indice, je note la structure si spéciale de l'anneau sclérotique (44), commune aux deux groupes.

Cela posé, comparons *Tristichopterus* (Dévonien inférieur) à *Eus-*

thenopteron (Dévonien supérieur) et à *Cœlacanthus* (Carbonifère inférieur).

Que constatons-nous ? Nous voyons l'hétérocercie de *Tristichopterus* passer à la diphyrcie (secondaire, naturellement) d'*Eusthenopteron*, et celle-ci à la diphyrcie (secondaire, à plus forte raison) de *Cœlacanthus*.

Nous observons, ainsi, que la nageoire caudale supplémentaire diphyrcue des Cœlacanthiniens n'est rien autre chose que le lobe central de la queue de *Tristichopterus* et d'*Eusthenopteron*.

Et quelle est la *valeur morphologique* de ce lobe ?

La deuxième anale s'est, ou à peu près, isolée de nouveau ; la plus grande partie du lobe dorsal de la caudale primitive diphyrcue a pris une existence autonome.

Que reste-t-il pour le lobe central, ou nageoire caudale supplémentaire diphyrcue des Cœlacanthiniens ?

La caudale primitive, diminuée d'une fraction plus ou moins forte de son importance originelle $= (C - \frac{1}{m} C)$.

14. Enfin, si, comme on le prétend (45), *Macropoma* n'a pas de nageoire caudale supplémentaire, c'est qu'il l'a perdue par avortement, et que ce Cœlacanthinien s'est refait une *autre queue géphyrocercue* en pointe, dont la *valeur morphologique* serait : caudale primitive, diminuée de la caudale supplémentaire + deuxième anale $= (\frac{1}{m} C + A^2)$.

15. Considérons, maintenant, les *Heterosomata* (46), groupe homogène, nettement séparé des plus voisins, et probablement monophylétique.

Prenons-y la série : *Psettodes*, *Hippoglossus*, *Rhombus*, *Pleuronectes*, *Solea*, *Cynoglossus*.

Psettodes a des nageoires impaires discontinues et une queue homocercue.

Cynoglossus a des nageoires impaires continues et une queue diphyrcue.

La série ci-dessus permet de comprendre le passage d'un type à l'autre.

Mais l'évolution se fait-elle dans le sens *Psettodes-Cynoglossus*, ou inversement ?

Je vais essayer de prouver que c'est la première alternative qui est réalisée, — et que la diphyrcie de *Cynoglossus* est une diphyrcie secondaire, ou *géphyrocercie*.

La migration plus parfaite des yeux sur la même moitié du corps, — la réduction de la fente buccale, — la disparition des dents dans une demi-mâchoire (côté coloré), — la prolongation de la lèvre supé-

rieure en crochet, — la narine labiale tubuleuse, — la diminution de l'ouverture operculaire, — la multiplication des lignes latérales, — la perte des nageoires pectorales, — celle d'une des nageoires ventrales (côté aveugle), et la soudure de l'autre à la nageoire anale, — l'extension de la nageoire dorsale en avant des yeux, — les rayons simples (non bifurqués) des nageoires impaires, — ne laissent pas de doute que *Cynoglossus* est extrêmement spécialisé à l'égard de *Psettodes*, qui manque de tous ces caractères.

Il est donc vraisemblable que la confluence des nageoires impaires et la queue diphycerque, chez *Cynoglossus*, sont aussi des dispositions secondaires.

Et cette vraisemblance devient certitude, quand on examine la structure de la queue d'*Aphoristia* (47), genre qui partage toutes les particularités de *Cynoglossus*, en ce qui concerne les nageoires impaires.

On voit (48), en effet, que cette structure est, malgré la forme extérieure, celle d'une queue homocerque, ce qui montre bien que la diphyrcie n'y est pas primitive.

Et quelle est la *valeur morphologique* de cette nouvelle *géphyrocercie* ?

Dans la queue homocerque, en éventail, la caudale vraie s'est complètement atrophiée, — la deuxième anale, seule, persiste : (A^2).

Chez *Cynoglossus*, la *queue géphyrocercue* a, incontestablement, un autre contour que la queue homocerque ancestrale, mais elle en a conservé la structure.

Sa valeur morphologique est, par conséquent : deuxième anale = (A^2).

Quant aux nageoires impaires continues primitives, elles consistaient en : dorsales + caudale + anales.

Les nageoires impaires continues secondaires se composent de : dorsales + anales + ventrale (une des nageoires paires s'étant même assimilée aux nageoires impaires !).

16. Passons aux *Poissons anguilliformes*.

Ici, encore, nous retrouvons la diphyrcie. Mais, à mon avis :

L'existence de groupes anguilliformes les plus divers [Cyclostomes, Physostomes (Gymnotidæ, Murænidæ), Physoclystes (Symbranchidæ, Mastacembelidæ)];

La présence de types anguilliformes dans les groupes les plus variés [Dipneustes (*Protopterus*, *Lepidosiren*), Ganoïdes (Crossoptérygiens : *Calamoichthys*), Physostomes (Mormyridæ : *Gymnarchus*), Physoclystes (Ophidiidæ : *Fierasfer*)];

établit déjà la *nature secondaire* de cette *diphyrcie*.

Car, si cette dernière était primitive, comment n'y aurait-il guère que les types anguilliformes qui l'aient conservée ?

N'est-ce pas plutôt une *adaptation* en rapport avec le mode de vie de ces types ?

Or, c'est précisément ce que confirme l'examen de la structure de leur queue.

Nous choisirons trois cas pour notre démonstration : *Calamoichthys*, *Anguilla*, *Fierasfer*.

17. Discutons, d'abord, la diphyrcie de *Calamoichthys* (49).

1. Comme l'allongement progressif du tronc, notamment, le met en évidence :

	Vertèbres précaudales.	Vertèbres caudales.	Total.
<i>Calamoichthys</i> .	100	10	110
<i>Polypterus</i> .	51	16	67

alors que le *premier* de ces Ganoïdes est un *Poisson franchement anguilliforme*, — le *second* est seulement un *Poisson à tendance anguilliforme*.

Celui-là n'est donc qu'une exagération de celui-ci.

Il nous suffira, d'après cela, de prouver que la diphyrcie de *Polypterus* est secondaire, — l'autre, dans l'affirmative, devant l'être à fortiori.

2. Maintenant, que voyons-nous chez *Polypterus* (50) ?

L'extrémité postérieure de la colonne vertébrale se relève, de façon à avoir, — dorsalement, 8 rayons, — ventralement, 13 rayons, — de la « nageoire caudale diphyrcue ».

3. Cette structure, assurément, — ou conduit à l'hétérocercie, — ou en provient.

4. Or, l'ontogénie de la queue hétérocercue (*v. supra*) montre clairement que ce n'est pas ainsi que l'hétérocercie prend naissance, — qu'elle ne tire pas son origine d'une modification de l'architecture *intérieure* de la queue diphyrcue primitive, — mais d'un phénomène *extérieur* à cette queue, le refoulement provoqué par le développement exagéré de la deuxième anale.

5. La queue de *Polypterus*, — ne conduisant pas à l'hétérocercie, — en provient.

C'est, dès lors, une queue *diphyrcue secondaire*, ou géphyrocercue.

6. Et quelle est la *valeur morphologique* de cette géphyrocercie ?

Comme la structure le met nettement en évidence, la caudale diphyrcue primitive (C) s'est atrophiée.

Et, — tandis que la première dorsale (D¹) s'est résolue en pinnules plus ou moins nombreuses, — la seconde dorsale (D²), s'unissant à

la seconde anale (A^2), a formé la queue diphycerque secondaire = ($D^2 + A^2$).

18. Nous arrivons à *Anguilla* (51), dont la « nageoire caudale diphycerque » est très bien décrite dans les lignes suivantes :

« I have not been able as yet to obtain so complete a series of forms of the caudal extremity in the Eel, but with some extremely interesting minor variations, which I propose to describe at length on a future occasion, the structure is similar in principle. The tail is truly heterocercal. What answers to the urostyle is divided into two portions — the anterior of which supports the anterior hypural apophysis, the posterior the posterior; and the last is not only superior to the anterior hypural apophysis, as is the case in the *Gasterosteus*, but projects beyond it posteriorly. »

Cette queue n'est donc qu'une adaptation de la queue homocerque; elle a donc passé par la phase homocerque; en conséquence, c'est une *queue diphycerque secondaire*, ou géphyrocercue.

Et quelle est la *valeur morphologique* de la *géphyrocercie* d'*Anguilla*?

Dans la queue homocerque, en éventail, la caudale vraie s'est complètement atrophiée, — il n'y a que la deuxième anale (A^2) qui persiste.

Chez *Anguilla*, la queue géphyrocercue a, incontestablement, un autre contour que la queue homocerque ancestrale, mais elle en a conservé la structure

Sa valeur morphologique est, pour ce motif : deuxième anale = (A^2).

19. *Fierasfer* (52). Ici, l'extrémité terminale de la queue homocerque a avorté.

Non seulement il n'y a plus de *caudale primitive* (C), qui a déjà totalement disparu dans la formation de l'homocercie, — mais il n'y a même plus de « caudale homocerque », c'est-à-dire de *seconde anale* (A^2).

C'est la *géphyrocercie* typique : diphycercie secondaire dont la *valeur morphologique* est : deuxième dorsale + première anale = ($D^2 + A^1$).

20. En résumé, il y a lieu de distinguer, avec soin, — la *diphycercie primitive*, ou *diphycercie* proprement dite, — et la *diphycercie secondaire*, ou *géphyrocercie*.

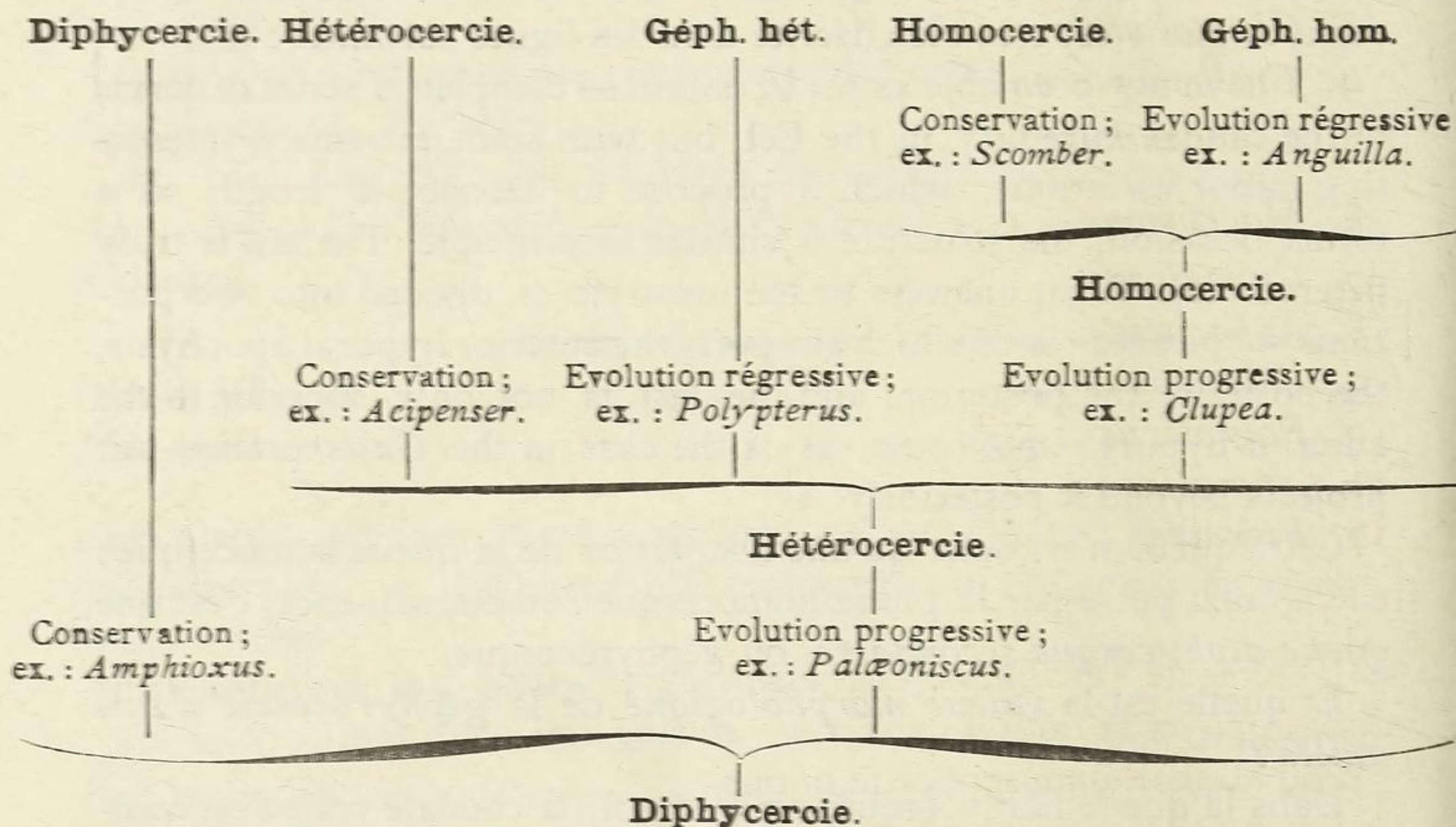
Cette dernière peut dériver :

Soit de l'*hétérocercie* (exemples : *Dipneustes géphyrocerques*, *Glyptolæmus*, *Eusthenopteron*, *Cœlacanthiniens*, *Polypteridæ*) ;

Soit de l'*homocercie* (exemples : *Cynoglossus*, *Anguilla*, *Fierasfer*).

Les géphyrocercies, tant homocerciques qu'hétérocerciques, sont, d'ailleurs, des plus variées, et de valeur morphologique très différente.

21. Quant à l'évolution de la queue des Poissons, en général, il est possible de la condenser dans le tableau suivant (53) :



22. Enfin, si on a égard :

D'un côté, — à la fréquence de la *diphycercie secondaire*, — et à sa présence chez les *Poissons les plus divers*, — comme cela résulte de tout ce qui précède ; — en d'autres termes, à la *facilité* avec laquelle elle se produit ;

Et, d'un autre côté, — à la *structure* même de la queue des *Dipneustes actuels*, — de *Ceratodus* (54), notamment ;

Je crois qu'il est difficile de ne pas admettre que la diphycercie des *Dipneustes non hétérocerques* ne soit pas une diphycercie secondaire, ou *géphyrocercie*.

23. En quoi la Morphologie confirme les conclusions de la Paléontologie.

24. Et l'irréversibilité de l'évolution (55) ?

On part de la *diphycercie* (primitive), et on retourne à la *diphycercie* (secondaire).

N'est-ce pas là de la réversibilité ?

Non. Car, dans aucun cas, on ne revient à la *structure primitive*.

Nous avons en effet :

	<i>Diphycercie</i> :	<i>Queue</i> :
1. <i>Amphioxus</i>	primitive.	C
2. <i>Dipneustes géphyrocerques</i> . . .	secondaire	$D^2 + A^2$
3. <i>Glyptolæmus</i>	—	$C + A^2$
4. <i>Eusthenopteron</i>	—	$C + A^2$
5. <i>Cœlacanthus</i>	—	$C - \frac{1}{m} C$
6. <i>Macropoma</i>	—	$\frac{1}{m} C + A^2$
7. <i>Cynoglossus</i>	—	A^2
8. <i>Aphoristia</i>	—	A^2
9. <i>Calamoichthys</i>	—	$D^2 + A^2$
10. <i>Polypterus</i>	—	$D^2 + A^2$
11. <i>Anguilla</i>	—	A^2
12. <i>Fierasfer</i>	—	$D^2 + A^1$

L'étude de l'évolution régressive de la queue des Poissons vient donc appuyer la notion de l'irréversibilité de l'évolution.

25. Mais, à quoi sert cette notion ?

Puisqu'elle exprime qu'on ne retourne jamais *complètement* à une structure ancestrale, — à reconnaître, — par le moyen de certains détails, — en apparence, accessoires, — si une disposition est *primitive* ou *secondaire*.

Et, par conséquent, — quand on a une série entre les termes extrêmes de laquelle on possède des termes intermédiaires suffisants, — à déterminer le *sens* de l'évolution.

Chose très importante et, parfois, moins facile à mettre en évidence qu'on serait tenté de le penser à priori.

C'est ainsi que, — pour les *Dipneustes*, — malgré les données paléontologiques, — d'une valeur capitale, attendu que, grâce à l'élément chronologique qui les accompagne, elles doivent fixer, — sauf le cas d'insuffisance des documents (discuté plus haut pour le problème particulier que nous examinons), — le *sens* des transformations, — on a écrit, jusqu'à ce jour, que l'évolution avait eu lieu d'un type tel que *Ceratodus* vers *Dipterus*.

Or, la structure de la queue du premier de ces genres permettait déjà, — à elle seule, — en se basant sur l'irréversibilité, — de prouver que cette évolution s'était bien faite de *Dipterus* vers *Ceratodus*, et non inversement.

On voit, d'après cela, l'importance de la notion.

III. ÉTHOLOGIE. — 1. M. Woodward nous dit (56) qu'il regarde *Dipterus* comme *plus spécialisé* qu'aucun des *Dipneustes* actuels.

Il considère donc *Dipterus* comme descendant d'une forme analogue à *Ceratodus*.

2. Je vais m'efforcer, maintenant, — de montrer, par des *observations éthologiques*, que, contrairement à cette interprétation, *Dipterus* est *le plus primitif* des *Dipneustes* connus, — et de consolider, ainsi, les résultats obtenus par la Paléontologie et par la Morphologie.

3. Quelle que soit la forme que l'on suppose aux *ancêtres de Ceratodus*, il est certain que ces ancêtres, — en remontant assez haut, et même sans aller très loin, — ne possédaient *pas de poumons*, — et ne respiraient que par des *branchies*.

Ils vivaient, alors, d'une manière permanente, dans l'*eau claire*, suffisamment pure et aérée.

4. Ce n'est que, quand, — par suite de nouvelles conditions de milieu, — ils furent amenés à séjourner, temporairement, dans l'*eau corrompue*, — impropre à la respiration aquatique, branchiale, — qu'ils suppléèrent à cette respiration par une respiration atmosphérique, pulmonaire.

A ce moment, ils eurent une *existence moins active*, — vie de fond, mouvements lents, — et, pendant une partie de l'année, au moins, vinrent respirer à la surface.

C'est la phase où en est *Ceratodus* (57).

5. Que seraient des *Dipneustes plus spécialisés* que *Ceratodus*?

Ce seraient, — par exemple, — des *Dipneustes* qui vivraient dans des conditions plus ou moins analogues à celles dans lesquelles se trouve *Ceratodus*, mais *encore aggravées* par rapport aux conditions primitives auxquelles étaient soumis les ancêtres de cet animal, — qui vivraient, non plus dans l'eau claire, non plus dans l'eau corrompue, mais dans la *vase*, voire même parfois à *sec*.

6. Or, nous connaissons des *Dipneustes* qui sont dans ce cas.

Ce sont : *Protopterus* (58), et, mieux que cela, *Lepidosiren* (59).

Voyons si les *spécialisations* qu'ils ont acquises pour leur mode particulier de vie, — en les *éloignant* de *Ceratodus*, — les *rapprochent* de *Dipterus*.

7. Ces *spécialisations* sont, notamment :

1. *Réduction des nageoires paires* :

Ceratodus (60). — Archiptérygium bien développé, avec une large frange bilatérale ;

Protopterus (61). — Archiptérygium en régression, avec une étroite frange unilatérale ;

Lepidosiren (62). — Archiptérygium encore plus avancé dans la voie de l'atrophie, très court, limité à son axe.

2. Réduction des nageoires impaires :

Ceratodus (63). — « Nageoire caudale » restée assez puissante;

Protopterus (64). — « Nageoire caudale » moins forte;

Lepidosiren (65). — Nageoires impaires plus basses que chez le précédent.

3. Allongement du tronc (66) :

Ceratodus (67). — 27 paires de côtes;

Protopterus (68). — 36 paires de côtes;

Lepidosiren (69). — 55 paires de côtes.

4. Réduction de l'appareil branchial (70) :

	Hy.	I.	II.	III.	IV.	V.
<i>Ceratodus</i> . — 5 fentes. — 9 hémibranchies :	1	2	2	2	2	0
<i>Protopterus</i> . — 5 fentes. — 6 hémibranchies :	1	0	0	2	2	1
<i>Lepidosiren</i> . — 4 fentes. — 5 hémibranchies :	<u>1</u>	<u>0</u>	0	2	2	0

Sans parler de la régression, — de la hauteur des fentes branchiales, — ainsi que du nombre et des dimensions des lamelles branchiales, — de plus en plus accentuée, quand on va de *Ceratodus*, par *Protopterus*, à *Lepidosiren*.

8. Par conséquent, les spécialisations réalisées, — pour passer de la vie en eau corrompue (*Ceratodus*) à la vie dans la vase (*Lepidosiren*), — produisent, par leur superposition, la transformation d'un type tel que *Ceratodus* en un *Poisson anguilliforme*.

Dès lors, ces spécialisations, — au lieu de rapprocher de *Dipterus* les descendants des Dipneustes semblables à *Ceratodus*, — les en éloignent, au contraire, d'autant plus qu'elles sont plus marquées.

Dipterus n'est donc pas le résultat de la spécialisation d'une forme analogue à *Ceratodus*, — pour une vie dans la vase.

9. Mais il y aurait une autre spécialisation possible pour un Dipneuste tel que *Ceratodus*.

Au lieu de l'aggravation progressive des conditions d'existence réalisées quand on va de la vie en eau claire à la vie en eau corrompue, — pour finir par la vie dans la vase;

Il se pourrait qu'après le passage de la vie en eau claire à la vie en eau corrompue, — il y eût un retour à la vie en eau claire.

10. Alors, on comprend très bien que, — sous l'influence de cette dernière succession de phases éthologiques, — *Dipterus* ait pris naissance comme une spécialisation d'une forme semblable à *Ceratodus*.

Que, — retournant de l'eau corrompue à l'eau pure, — passant, donc,

d'une *vie peu active* (de fond, à mouvements lents), à une *vie active* (au sein même de l'eau, à mouvements rapides), — un type cylindrique, massif, aux nageoires impaires continues, à la queue en pointe (en un mot, analogue à *Ceratodus*), ait produit un type fusiforme, aux nageoires impaires discontinues, à la queue plus ou moins en éventail (*Dipterus*).

11. Toutefois, est-il *vraisemblable* que *Dipterus* nous représente un *retour des Dipneustes à la vie en eau claire* ?

Est-il vraisemblable que, — dès la *partie inférieure* du *Dévonien inférieur*, — les Dipneustes aient déjà tellement évolué que certains d'entre eux puissent être considérés comme revenus à la vie en eau pure ?

Est-il vraisemblable que ce soit, justement, *le plus ancien Dipneuste connu* qui doive être regardé comme un exemple de ce retour ?

Cela est-il vraisemblable, alors que nous ne connaissons pas de *Dipneuste actuel* (donc, de cas indiscutable) qui se soit ainsi réadapté aux conditions primitives ? En d'autres termes, alors que nous ne savons pas si les Dipneustes sont réellement susceptibles d'une pareille évolution en arrière (71) ?

Cela est-il vraisemblable, quand, après cet hypothétique retour, plus que précocé, il n'y a plus, *au cours des temps géologiques ultérieurs* (immenses, cependant), le moindre indice qu'il se serait renouvelé par la suite pour d'autres Dipneustes vivant dans l'eau corrompue ?

12. Et puis, — à supposer même que ces objections fussent levées, — la *ganoïne* perdue se retrouverait-elle ? — Le *bouclier céphalique* se résoudrait-il en ses éléments ancestraux ? — Le *ruban fibreux sous-orbitaire*, avec ses osselets en nombre variable, formerait-il encore une arcade continue ? — L'*appareil operculaire* reprendrait-il ses dimensions premières ? — Les *plaques jugulaires*, évanouies, réapparaîtraient-elles ?

Car tout cela est *réduit* chez *Ceratodus*, — qu'on place, ou non, *Dipterus* parmi ses ascendants.

C'est bien peu probable, en présence de l'*irréversibilité de l'évolution* (72).

Il faudrait donc, — si on accepte le retour en eau pure, — que *Dipterus* provînt d'un Dipneuste tel que *Ceratodus*, mais qui n'aurait subi *aucune des régressions* que nous venons d'énumérer.

Or, un semblable Dipneuste est inconnu aujourd'hui. L'admettre est une nouvelle supposition entièrement gratuite.

13. Par conséquent, *Dipterus* n'est pas, non plus, le résultat de la

spécialisation d'une forme analogue à *Ceratodus*, — pour le retour à la vie en *eau claire*.

14. En résumé, si on tient compte des multiples éléments de la discussion qui précède, on arrive à cette conclusion : Prétendre que *Dipterus* est le *Dipneuste le plus spécialisé*, c'est accumuler invraisemblance sur invraisemblance.

15. Tout s'explique aisément, au contraire, — sans cet amoncellement d'hypothèses forcées, — si on voit en *Dipterus* le *Dipneuste le plus primitif*.

16. En effet, *Dipterus*, — au corps fusiforme, aux nageoires impaires discontinues, à la queue plus ou moins en éventail, — est le plus « poisson » des Dipneustes, au sens vulgaire du mot.

Pourquoi ?

Parce que *Dipterus* ne séjournait pas encore dans l'eau corrompue, au degré où le fait *Ceratodus*. Parce que, pour cette raison, il avait encore une existence assez active.

Parce que *Dipterus*, — étant, à la fois, le plus ancien et le plus primitif des Dipneustes connus, — se trouve, ainsi, le plus rapproché de la souche du groupe entier.

Or, cette souche était, sans aucun doute, constituée par de véritables Poissons, dans la signification la plus restreinte du terme, — par des Poissons confinés dans l'*eau claire*, — à respiration purement aquatique, branchiale, — à la vie active, — au corps fusiforme, aux nageoires impaires discontinues, à la queue en éventail.

Il n'est donc pas étonnant que *Dipterus* soit le plus pisciforme des Dipneustes.

17. Sous l'influence plus profonde de l'habitat en *eau corrompue*, — vie de fond, mouvements plus lents, — se fait l'adaptation à la forme *Ceratodus*, — au corps cylindrique, massif, aux nageoires impaires continues, à la queue en pointe, — en passant par les phases : *Dipterus Valenciennesi*, *Dipterus macropterus*, *Scaumenacia*, *Phaneropteron*, *Uronemus*, *Ctenodus*, *Ceratodus*.

18. Puis, — les conditions de milieu s'aggravant dans le même sens, — on arrive à la vie dans la vase, — qui produit les types anguilliformes : commençant par *Protopterus*, pour finir par *Lepidosiren*.

19. En dernière analyse, — indépendamment de nos déductions principales relatives à *Dipterus*, — nous aboutissons à ce résultat : que *Lepidosiren* serait le plus spécialisé des Dipneustes.

Voici quelques considérations éthologiques qui viennent appuyer cette interprétation.

20. Quels sont les Poissons qui accompagnent *Lepidosiren* dans son habitat naturel ?

Parmi eux, M. Bohls cite (73) *Symbranchus marmoratus*, — et, d'autre part, cet auteur me signale qu'on capture, quoique cet animal y soit *très rare*, *Rhamphichthys Blochii* dans le Paraguay, où on rencontre *parfois* (74) aussi *Lepidosiren*.

21. Comparons ces trois Poissons entre eux :

Caractères.	LEPIDOSIREN PARADOXA (75).	RHAMPHICHTHYS BLOCHII (76).	SYMBRANCHUS MARMORATUS (77).
<i>Ordre :</i>	Dipneustes.	Physostomes.	Physoclystes.
<i>Taille :</i>	0 m. 72 (78).	0 m. 73	0 m. 70.
<i>Corps :</i>	Anguilliforme.	Anguilliforme.	Anguilliforme.
<i>Squamation :</i>	Présente.	Présente.	Absente.
<i>Anus :</i>	Dans le $\frac{1}{3}$ post. (79).	Sous l'œil.	Dans le $\frac{1}{3}$ post. (80).
<i>Face infér. tête :</i>	Non.	Non (81).	Plissée longitud. (82).
<i>Fente operc. :</i>	Etroite, double.	Etroite, double.	Unique, sous la tête.
<i>Pectorales :</i>	Réduites.	Réduites.	Absentes.
<i>Ventrales :</i>	Réduites.	Absentes.	Absentes.
<i>Dorsale :</i>	Réduite.	Absente.	Réduite.
<i>Caudale :</i>	Réduite.	Absente.	Réduite.
<i>Anale :</i>	Réduite.	Très longue.	Réduite.
<i>Prémaxillaire :</i>	Absent (83).	Borde partiellement la fente buccale.	Borde complètem., à lui seul, la fente buccale.
<i>Susmaxillaire :</i>	Absent.	Borde partiellement la fente buccale.	Exclu de la fente buccale, reposant sur le prémaxil- laire.
<i>Appareil branchial :</i>	4 fentes. 5 hémibranchies : Hy. I. II. III. IV. V. 1 0 0 2 2 0	4 fentes. 8 hémibranchies (84): Hy. I. II. III. IV. V. 0 2 2 2 2 0	4 fentes. 8 hémibranchies (85): Hy. I. II. III. IV. V. 0 2 2 2 2 0
<i>Vessie natat. :</i>	Poumon.	Présente, double.	Absente.
<i>Estomac :</i>	Sans sac cœcal, ni append. pylor. (86).	Avec sac cœcal et append. pylor.	Sans sac cœcal, ni append. pylor.
<i>Cœur :</i>	Dans l'arc scapul. (87).	Dans l'arc scapul.	Refoulé en arrière (88)
<i>Ouv. urogén. :</i>	Un cône artériel. (89).	Non, un bulbe artér.	Non, un bulbe artér.
	Dans le rectum (90).	Papille externe (91).	Dans le rectum (92).

22. Comment se fait-il que des Poissons aussi différents, — un *Dipneuste*, un *Physostome*, un *Physoclyste*, — mais ayant le même habitat, — en soient arrivés, tous trois, au type *anguilliforme* ?

Ce ne peut être la *puissance de l'hérédité* qui leur a fait conserver l'aspect du corps d'un ancêtre commun.

Car, — si nous laissons *Lepidosiren* de côté, puisqu'il est en cause, — il est certain que *Rhamphichthys* et *Symbranchus* descendent de Poissons fusiformes, — et que leur caractère anguilliforme est secondaire. Personne ne discutera ce point.

Nous sommes donc en présence, ici, d'un cas de *convergence par adaptation*, — d'un cas de convergence sous l'influence des mêmes conditions d'existence.

23. Dès lors, la forme extérieure, les nageoires impaires continues et la queue en pointe de *Lepidosiren* sont bien des *spécialisations*, — et non des dispositions archaïques préservées.

24. D'ailleurs, — dans ce milieu où vit *Lepidosiren*, — l'adaptation joue un rôle tellement intense, que ce Poisson, — *Vertébré dipneuste*, — se nourrit aux dépens d'*Ampullaria*, — *Mollusque dipneuste*, — ayant, à la fois, comme lui, *poumon et branchie* (93).

25. En résumé, — l'*Éthologie* confirme les résultats de la *Paléontologie* et de la *Morphologie*, — et contribue à conclure que :

1. *Dipterus Valenciennesi* est le plus primitif des Dipneustes connus ;

2. L'*évolution des Dipneustes* nous est représentée, dans ses grands traits, par la série suivante, dans le sens même de l'énumération de ses termes :

Dipterus Valenciennesi, — *Dipterus macropterus*, — *Scaumenacia*, — *Phaneropleuron*, — *Uronemus*, — *Ctenodus*, — *Ceratodus*, — *Protopterus*, — *Lepidosiren*.

26. Malgré la notochorde persistante, les *Dipneustes* sont des Poissons qui ont beaucoup évolué.

Depuis le *Dévonien inférieur*, — ils sont, de *fusiformes*, devenus de plus en plus *anguilliformes*, — et, dans le type *le plus spécialisé* (*Lepidosiren*), la *respiration branchiale* a presque disparu, pour être remplacée par la *respiration pulmonaire*.

III

ORIGINE DES DIPNEUSTES.

I. DIFFICULTÉS DE LA QUESTION. — **1.** Dans les pages qui précèdent, nous avons étudié l'*évolution des Dipneustes*, — du plus ancien au plus récent, — du plus primitif au plus spécialisé.

Nous allons rechercher, maintenant, l'*origine* de ces Poissons.

2. Jusqu'à présent, le problème était insoluble.

En effet, les paléontologistes qui se sont particulièrement occupés de ce sujet constataient bien de grandes ressemblances entre *certaines Dipneustes* et les *Ganoïdes crossoptérygiens* (94).

Mais ces ressemblances se montraient *surtout* du côté de *Dipterus Valenciennesi*.

Or, avant ce travail, *Dipterus Valenciennesi* était *unanimentement* considéré comme *le plus spécialisé* des *Dipneustes*.

Et, — quand il y a *filiation* de groupe à autre, — ce n'est pas entre les *formes les plus spécialisées* du *groupe dérivé* et le *groupe générateur* que le passage doit se faire.

Tout au contraire, c'est entre les *formes les plus primitives* du *groupe dérivé* et le *groupe générateur*.

Autrement, le passage n'est qu'apparent. Il n'y a pas de liens directs de parenté. On est en présence d'un cas de *convergence* sous l'influence de conditions d'existence identiques.

3. Pourtant, les points communs étaient de nature telle qu'on avait peine à admettre qu'il n'y eût pas, là, de *connexion génétique*.

La question restait donc dans le statu quo, sans faire un seul pas.

4. Aujourd'hui, — après les conclusions de notre première partie, — tout s'éclaircit, me semble-t-il :

1. *Dipterus Valenciennesi* est le plus primitif des *Dipneustes* connus ;

2. C'est celui qui offre le plus d'affinités avec les *Crossoptérygiens* ;

3. Dès lors, il est rationnel de placer l'*origine des Dipneustes* dans les *Crossoptérygiens*.

II. L'ANCÊTRE DES DIPNEUSTES. — 1. Examinons les choses d'un peu plus près.

Et reconstituons, d'abord, l'*ancêtre hypothétique des Dipneustes*, — non pas l'*ancêtre tout immédiat*, mais un *ancêtre assez peu éloigné*, quand même, — d'après la méthode de Huxley (95), — en conservant les *caractères primitifs*, en remplaçant les *dispositions secondaires* par les structures qui leur ont donné naissance, en rétablissant les *organes réduits ou disparus*.

Cet ancêtre devait posséder :

1. Une queue hétérocerque ;
2. Des nageoires impaires discontinues : 2 dorsales libres (D^1 , D^2), 1 « caudale » ($C + A^2$) indépendante, 1 anale (A^1) isolée ;
3. Des nageoires pectorales seules véritablement lobées ;
4. Des écailles rhomboïdes ;
5. Un revêtement général de ganoïne ;
6. Des plaques jugulaires bien développées ;
7. Un appareil operculaire n'ayant subi aucune régression ;
8. Une arcade sous-orbitaire complète ;

9. Les narines à la face inférieure de la tête ;
10. Des prémaxillaires et susmaxillaires fonctionnels et dentés ;
11. Une dentition normale (non cténodonte) ;
12. Une mandibule entièrement ossifiée ;
13. Un crâne hyostylique.

Et ce type hypothétique devait, en outre, être plus ancien que *Dipterus Valenciennesi*.

2. Or, nous retrouvons tout cela chez les *Crossoptérygiens*, — notamment chez *Osteolepis* (96), — sans vouloir prétendre, cependant, qu'*Osteolepis* soit un *ancêtre direct des Dipneustes*, — mais simplement un genre *assez voisin* de cet ancêtre.

3. Les *Crossoptérygiens* sont donc bien le *groupe-souche* dans lequel il faut chercher l'*origine des Dipneustes*.

III. LES CROSSOPTÉRYGIENS. — 1. Cela étant, — je vais, maintenant, essayer de prouver que les *Crossoptérygiens* ne sont pas *les plus primitifs des Ganoïdes*, — mais qu'ils représentent une *adaptation* de cet ordre *dans le sens Dipneuste*.

2. A telles enseignes qu'on pourrait même se demander si *certaines Crossoptérygiens typiques* n'étaient pas déjà de *véritables Dipneustes*, — même *physiologiquement*, — à la dentition cténodonte et à l'autostylie près.

3. Or, celles-ci n'ont pas l'importance qu'on leur attribue depuis Huxley (97).

Je montrerai, en effet, tout à l'heure, qu'elles n'ont rien de fondamental, et que, bien au contraire, elles sont purement adaptatives.

4. Nous passerons successivement en revue :

1. L'apparition géologique ;
2. Les nageoires paires ;
3. Les plaques jugulaires ;
4. La position des narines ;
5. La dentition ;
6. La nature de la suspension de l'appareil masticatoire.

5. *Apparition géologique.*

Les premiers *Crossoptérygiens* datent du Lower Old Red Sandstone, — mais les premiers *Acipenséroïdes* également (*Palæoniscidæ* : *Cheirolepis* (98)).

Les *Crossoptérygiens* ne sont donc pas les *Ganoïdes* les plus anciens, — puisqu'il y en a d'aussi anciens qu'eux.

Au point de vue de leur *apparition géologique*, ils n'ont, dès lors, absolument aucun droit à être regardés comme la *souche* de l'ordre entier.

Ils ne forment, par conséquent, qu'une *branche* évoluant dans une direction déterminée. Laquelle ? C'est ce que nous allons examiner.

6. Nageoires paires.

1. Les nageoires paires *lobées*, — si caractéristiques des Crossoptérygiens, — *ne sont pas* des nageoires paires *primitives*.

Dans l'état actuel de nos connaissances, elles représentent le *troisième stade* de l'évolution des nageoires paires dans un certain sens.

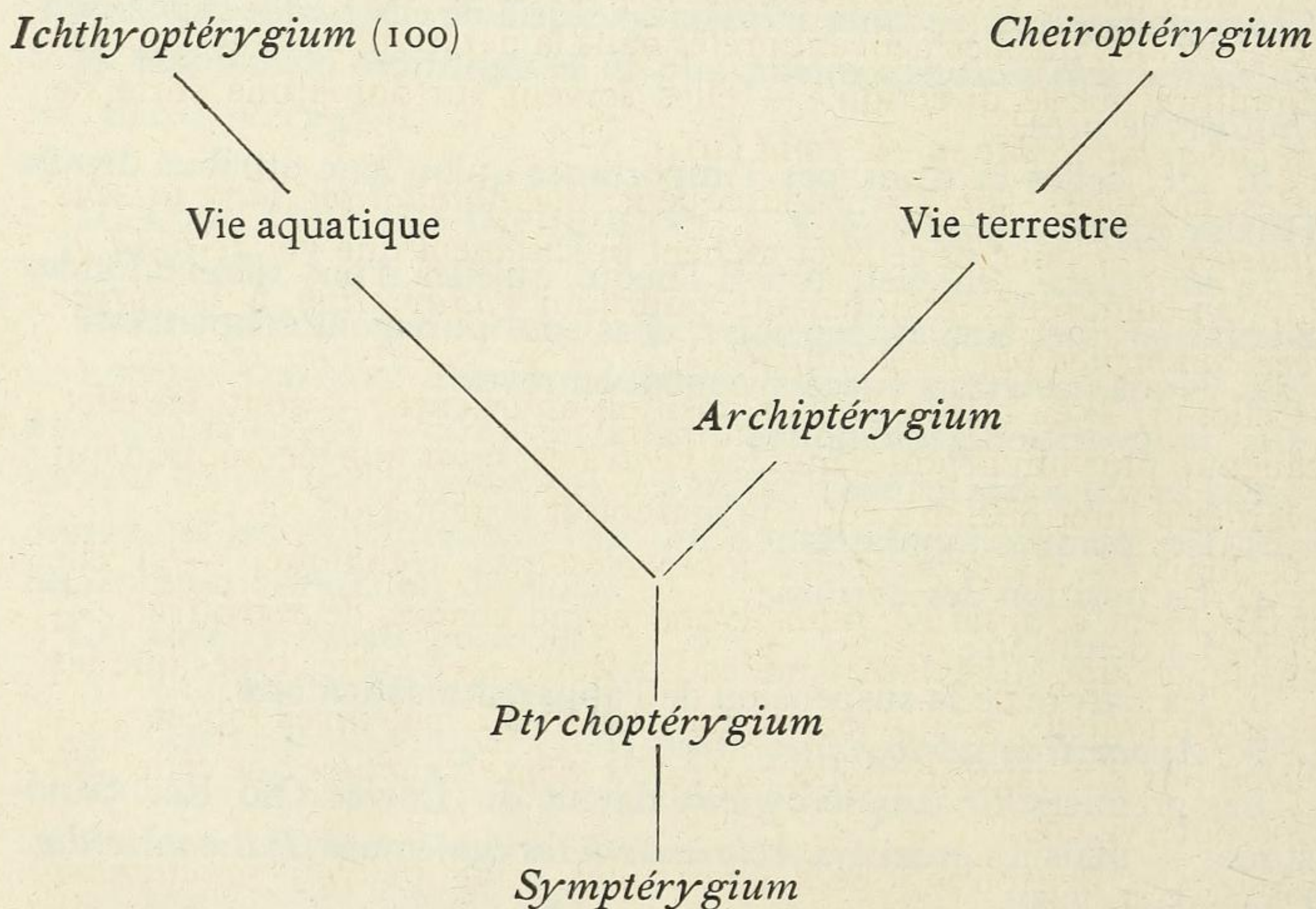
Les *trois stades* en question sont, — d'ailleurs, — en allant du plus ancien au plus récent :

1. Nageoires paires continues de chaque côté du corps (*Symptérygium*. — *Hypothétique*) ;

2. Nageoires paires discontinues, à rayons parallèles atteignant tous la paroi du corps (*Ptychoptérygium*. — *Cladoselache* (99)) ;

3. Nageoires paires discontinues, à rayon central prédominant et à rayons latéraux disposés de façon à confectionner une palette bipinnée (*Archiptérygium*. — Crossoptérygiens, *Dipneustes*).

L'évolution progressive générale des *nageoires paires* pouvant, d'autre part, être résumée dans le tableau suivant :



La *nageoire lobée* n'est donc pas une nageoire archaïque, mais une *adaptation* à des conditions de milieu que nous tâcherons de fixer un peu plus loin.

2. Les *deux paires* de nageoires des Crossoptérygiens *ne sont pas* toujours lobées, toutes deux (101).

Quand deux genres étroitement alliés, — *Osteolepidæ* : *Osteolepis* (Lower Old Red) et *Glyptolæmus* (Upper Old Red), — *Holoptychiidæ* : *Glyptolepis* (Lower Old Red) et *Holoptychius* (102) (Upper Old Red), — ont, — l'un, les deux paires lobées, — l'autre, les pectorales seules lobées, — c'est *le plus ancien* qui n'a que la paire antérieure lobée.

Preuve que la *nageoire lobée* est *secondaire*, — et non primitive.

3. Tous les *Dipneustes* (103), — qui ne sont que des *Crossoptérygiens* très spécialisés, — même le plus ancien, même le plus primitif, — *Dipterus Valenciennesi*, — ont les *deux paires* de nageoires lobées, — à moins qu'elles ne soient en *régression* (ultra-lobées : au delà du stade lobé, — *Protopterus*, *Lepidosiren*).

Ce n'est donc que chez les types ayant déjà beaucoup évolué, — dans le sens convenable, bien entendu, — que les deux paires de nageoires sont constamment lobées.

Nouvelle preuve que la *nageoire lobée* est *dérivée*, — et non primordiale.

4. Mais quelle est la *fonction* des *nageoires lobées*?

Outre l'aide qu'elles peuvent prêter dans la natation, comme organes d'équilibre ou de direction, — elles servent surtout à une sorte de *marche quadrupède sur le fond* (104).

Ces nageoires sont, par conséquent, une *adaptation dans le sens* *Dipneuste*, — puisque ceux-ci mènent précisément une *vie de fond*.

5. On comprend, maintenant, pourquoi l'*adaptation* à la *forme lobée* commence par les *pectorales*.

Celles-ci, — en raison de leur position antérieure, — sont, en effet, beaucoup plus importantes que les ventrales, pour une locomotion qui devait être intermédiaire entre la marche et la reptation.

6. Mais, — si la *nageoire lobée* n'est pas archaïque, — si elle est purement *adaptative*, nous avons grand chance de retrouver, — dans un groupe aussi vaste que les Poissons, — d'autres types que les Crossoptérygiens, — qui nous offrent aussi des nageoires lobées.

Non pas des nageoires lobées ayant *la même structure* que celles des Crossoptérygiens.

Mais des nageoires lobées construites pour pouvoir *fonctionner* comme celles des Crossoptérygiens.

Or, qu'est-ce, — *physiologiquement*, non *morphologiquement*, — qu'une *nageoire lobée*?

C'est une nageoire portée à la base sur un pédicule épaissi et écailleux, — dont les rayons décroissent du centre vers les bords, — et qui

sert à soutenir le corps, sur un fond ou sur le sol, — en vue de permettre le saut, la marche, la reptation.

Eh ! bien, — ce genre de nageoire existe, — non seulement chez les *Crossoptérygiens*, — mais encore, — avec une autre architecture interne, cela va de soi, — chez un *Physocliste* (*Periophthalmus*) (105), — qui l'emploie pour progresser par bonds.

7. La *nageoire lobée des Crossoptérygiens* est donc véritablement *adaptative*, — et c'est une *adaptation dans le sens Dipneuste*.

7. Plaques jugulaires.

Une autre caractéristique des *Crossoptérygiens*, c'est le *grand développement* des plaques jugulaires (106).

Or, — quoique ces plaques soient évidemment *réduites* chez les *Dipneustes* qui en possèdent, — et quoiqu'elles aient complètement *disparu* chez les représentants actuels de cet ordre, — je suis d'avis que leur état chez les *Crossoptérygiens* est un *acheminement* vers ce qu'on voit chez les *Dipneustes*.

Voici pourquoi.

Quelle est la *fonction* des plaques jugulaires chez les *Crossoptérygiens* ? Elles servent à *retenir de l'eau* et à *empêcher l'envasement* des branchies (107).

La disposition qu'elles présentent nous montre donc que les *Crossoptérygiens* sont des Poissons aux prises avec des *difficultés respiratoires*, — des Poissons qui ne vivent plus, simplement et d'une manière permanente, dans de l'eau claire suffisamment pure et aérée.

Et comme ils sont, — ou dépourvus de *respiration atmosphérique* (*Polypterus* (108)), — ou incapables (*Osteolepis*, *Diplopterus* (109)) de suppléer, d'une façon satisfaisante, par cette respiration, à leur *respiration aquatique*, — ils se trouvent dans la nécessité de sauvegarder cette dernière, — par le grand développement de leurs plaques jugulaires.

Mais, — que la *respiration pulmonaire* s'accroisse assez pour mettre la *respiration branchiale* au second plan, — et, aussitôt, les *plaques jugulaires* entreront en *régression* (*Dipterus*), — puis *disparaîtront* (*Ceratodus*), — le rôle qu'elles jouaient ayant cessé d'être utile.

Par conséquent, — le *grand développement* des *plaques jugulaires* chez les *Crossoptérygiens* n'est, — au fond, — qu'une préparation à leur *régression* et à leur *disparition* chez les *Dipneustes*.

A cet égard, les *Crossoptérygiens* évoluent donc encore *dans le sens Dipneuste*.

8. Narines.

Les narines de certains *Crossoptérygiens* sont également une *adaptation* conduisant aux *Dipneustes*.

Car, — *Osteolepis* et *Diplopterus* (110) ont les narines à la face inférieure du museau, — comme les *Dipneustes*.

Et les *Crossoptérygiens*, — *Polypterus* (111), — qui n'ont pas les narines ainsi placées, — sont privés de la respiration pulmonaire.

Dès lors, — il est probable qu'*Osteolepis* et *Diplopterus*, — qui ont les narines situées comme celles de *Dipterus* et de *Ceratodus*, — jouissaient, — de même que ces *Dipneustes*, — mais à un moindre degré, sans doute, — de la *respiration atmosphérique*, — à côté de leur *respiration aquatique*.

9. Dentition.

Dans l'état actuel de nos connaissances, — la dentition *cténodonte* sépare largement, — au point de vue *taxonomique*, — les *Dipneustes*, — même les plus primitifs (*Dipterus*), — des *Crossoptérygiens*.

Mais en est-il ainsi au point de vue *phylogénique*?

Assurément, non. En effet, personne ne niera que, — quels que soient les ancêtres qu'on accorde aux *Dipneustes*, — la dentition *cténodonte* provient d'une dentition normale complète, — dont elle n'est, après tout, qu'une spécialisation.

La *dentition des Dipneustes* est analogue à la dentition de *Deltoptychius* ou de *Pœcilodus* (112).

Or, celles-ci se rattachent indiscutablement au type normal par des étapes convaincantes : *Cestracion*, *Psephodus*, *Cochliodus*, *Deltoptychius*.

La *dentition des Dipneustes* est encore analogue aux plaques dentaires de *Cheirodus*,

Qui est assez peu éloigné de *Platysomus* pour qu'on puisse les laisser, tous deux, dans la même famille, les *Platysomidæ* (113).

D'après cela, la *dentition des Dipneustes* n'est pas essentiellement différente de celle des *Crossoptérygiens*.

Il y a un hiatus à combler : voilà tout. Et l'expérience du passé montre que c'est là une simple question de temps.

Quant à la *disparition* du *prémaxillaire* et du *susmaxillaire* chez les *Dipneustes*, ce n'est pas, non plus, une sérieuse difficulté pour faire descendre ces Poissons des *Crossoptérygiens*.

Cette disparition résultant, évidemment, de la transformation de la dentition.

10. Suspension de l'appareil masticatoire.

Sans vouloir absolument méconnaître l'importance *taxonomique* de l'*autostylie* (114), — je ne puis la considérer comme un caractère fondamental.

C'est une pure *conséquence* de l'*adaptation* à un régime *tritrateur*

très accentué (*mylodonte*), — dans un but de *consolidation* de l'*appareil masticatoire*.

Je vais donner mes raisons.

1. En premier lieu, la Morphologie démontre, certainement, sans réplique, que les *Vertébrés autostyliques* dérivent de *Vertébrés hyostyliques*.

Et l'Embryologie confirme cette conclusion (115).

2. Puis, les *Vertébrés gnathostomes* comprennent deux grands groupes parallèles : les *Chondroptérygiens* (Holocéphales + Élasmo-branches) et les *Ostéoptérygiens* (Dipneustes + Téléostomiens).

Or, les *Chondroptérygiens mylodontes* les plus spécialisés (*Holocéphales*) sont autostyliques.

Et les *Ostéoptérygiens mylodontes* les plus spécialisés (*Dipneustes*) le sont aussi.

Preuve que l'*autostylie* est une chose entièrement *adaptative*, puisque nous sommes uniquement ici en présence d'un cas de *convergence*.

3. Enfin, quand les *Chondroptérygiens*, tout en étant *mylodontes*, ne le sont pas à un degré aussi avancé que les *Holocéphales*, ils offrent seulement une tendance à l'*autostylie* : c'est l'*amphistylie* de *Cestracion* (116).

Mais, — si *Cestracion* est déjà amphistylie, — il ne peut y avoir de doute que, — le jour où on exhumera le crâne de *Deltoptychius* (117), — on constatera que ce crâne est *autostylique*.

Et, alors, on aura une série ininterrompue, — *Cestracion*, *Psephodus*, *Cochliodus*, *Deltoptychius*, — dont le premier terme sera *amphistylie*, — tandis que le dernier sera *autostylique*.

Répartira-t-on, pour cela, ces quatre *Cochliodontes* en deux ordres ? Je ne le crois pas.

4. Par conséquent, — l'*autostylie* n'a rien de radicalement différent de l'*hyostylie*, — dont elle *provient*, — et dont elle n'est qu'une *adaptation* à un *régime triturateur* très spécialisé, — dans un but de *consolidation* de l'*appareil masticatoire*.

5. Par conséquent, aussi, — l'*autostylie* des *Dipneustes* ne les empêche nullement de descendre des *Crossoptérygiens hyostyliques*.

11. En résumé, donc, — non seulement la structure des *Dipneustes* les plus anciens et les plus primitifs montre qu'il faut chercher les ancêtres de ce groupe dans les *Crossoptérygiens*, — mais ceux-ci ne sont pas les *Ganoïdes* les plus archaïques : ils représentent, au contraire, une adaptation dans la direction des *Dipneustes*.

IV

DESCENDANCE DES DIPNEUSTES.

1. Après avoir étudié l'évolution et l'origine des *Dipneustes*, il nous reste à dire un mot de leur *descendance*.

2. Il est, en effet, assez intéressant de se demander si ces Poissons, — qui, comme tels, se sont continués jusqu'à nos jours, — n'ont pas, au cours des temps géologiques, donné naissance à un *rameau latéral*, qui se serait prolongé jusqu'à nous sous une forme peut-être très différente de la souche.

3. Or, précisément, on admet fort généralement, avec M. E. Hæckel (118), professeur à l'Université d'Iéna, que *certaines Dipneustes fossiles sont les ancêtres directs des Batraciens*.

4. Mais, — conformément aux vues exprimées par, — M. J. E. V. Boas (119), professeur à l'École vétérinaire de Copenhague, — M. E. D. Cope (120), professeur à l'Université de Pensylvanie, à Philadelphie, — et M. J. S. Kingsley (121), professeur à Tufts College, College Hill (États-Unis), — je pense qu'il n'en est rien.

5. Car, le *Dipneuste le plus ancien*, — *Dipterus Valenciennesi*, de la partie inférieure du Dévonien inférieur, — est déjà beaucoup *trop spécialisé* pour qu'il soit permis de le regarder comme le point de départ des *Batraciens*.

6. Effectivement :

1. Sa *dentition* est infiniment *plus réduite* que celle de ces Vertébrés terrestres ;

2. Il est *plus autostylique* que les Batraciens ;

3. Il a complètement *perdu* le *prémaxillaire* et le *susmaxillaire*, que la plupart des Batraciens ont encore conservés (122).

7. Enfin, — au travers des terrains, — *Dipterus Valenciennesi* nous conduit bien, par une série d'étapes progressives, à des *Dipneustes* de plus en plus *anguilliformes* (*Lepidosiren*), — mais, par contre, nous ne trouvons aucun indice d'une *branche secondaire*, qui, de cette ligne principale, nous mènerait aux *Batraciens*.

8. Je crois donc que les *Batraciens* ne descendent pas des *Dipneustes*, — et que ceux-ci représentent un groupe fermé, un groupe-terminus, — destiné à s'éteindre comme tel, — après être devenu *encore plus anguilliforme*, — si tant est qu'il ne disparaisse pas avant d'avoir pu évoluer.

En d'autres termes, — que l'évolution des *Dipneustes* va *uniquement* d'un *type pisciforme* vers un *type anguilliforme*, — et, nullement, à aucune époque de son histoire, vers le *type quadrupède* des *Vertébrés terrestres*.

9. Je crois aussi que la souche des *Batraciens* doit être cherchée *directement* dans les *Crossoptérygiens*, — groupe pour lequel les difficultés signalées plus haut n'existent pas, et dont certains genres avaient probablement déjà des poumons (123).

V

CONCLUSIONS.

I. — *Dipterus Valenciennesi* est le plus primitif des *Dipneustes* connus.

II. — Dans ses grandes lignes, l'évolution des *Dipneustes*, depuis le Dévonien inférieur, nous est représentée par la série suivante, dans l'ordre même de l'énumération de ses termes :

Dipterus Valenciennesi, — *Dipterus macropterus*, — *Scaumenacia*, — *Phaneropleuron*, — *Uronemus*, — *Utenodus*, — *Ceratodus*, — *Protopterus*, — *Lepidosiren*.

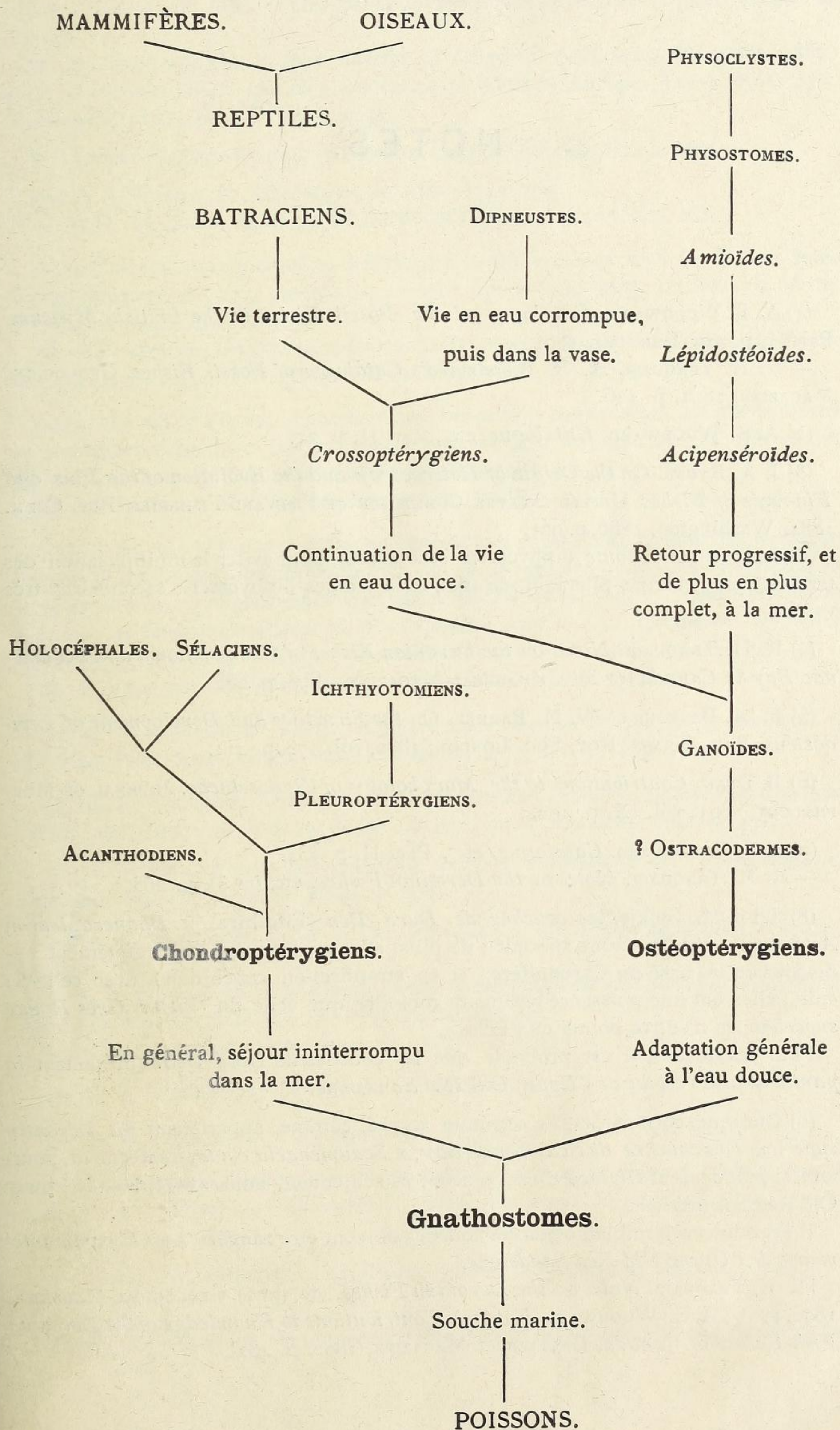
III. — Il faut chercher l'origine des *Dipneustes* dans les *Ganoïdes crossoptérygiens*.

IV. — Les *Batraciens* ne constituent pas la descendance des *Dipneustes* : ils proviennent directement aussi des *Ganoïdes crossoptérygiens*.

V. — Les *Dipneustes* évoluent *uniquement* d'un *type pisciforme* vers un *type anguilliforme*.

Cet ordre n'est rien autre chose qu'un *groupe-terminus*, — dérivant d'une souche qui a également donné naissance aux *Batraciens*.

VI. — La *phylogénie des Vertébrés gnathostomes* peut être résumée dans le tableau ci-après, sur lequel je reviendrai en détail ultérieurement :



NOTES.

(1) A. S. WOODWARD. *Catalogue of the Fossil Fishes in the British Museum*. Part II, p. XXI, Londres, 1891.

— R. H. TRAQUAIR. *A. S. Woodward's Catalogue of Fossil Fishes*. GEOLOGICAL MAGAZINE, 1891, p. 126.

(2) A. S. WOODWARD. *Catalogue*, etc., Part II, p. xx.

(3) J. A. RYDER. *On the Origin of Heterocercy and the Evolution of the Fins and Fin-rays of Fishes*. UNITED STATES COMMISSION OF FISH AND FISHERIES. REP. COMM. 1884, Washington, 1886, p. 991.

J'étends le mot à toute diphyrcerie secondaire, pour éviter la multiplication des termes. Nous verrons plus loin, en effet, qu'il y a des diphyrceries secondaires très variées.

(4) R. H. TRAQUAIR. *Notes on the Devonian Fishes of Campbelltown and Scaumenac Bay in Canada* (n° 3). GEOLOGICAL MAGAZINE, 1893, p. 263.

(5) F. M. BALFOUR et W. N. PARKER. *On the Structure and Development of Lepidosteus*. PHIL. TRANS. ROY. SOC. LONDON, 1882, vol. 173, p. 411.

(6) B. DEAN. *Contributions to the Morphology of Cladoselache*. JOURNAL OF MORPHOLOGY, 1894, vol. IX, p. 102.

(7) A. S. WOODWARD. *Catalogue*, etc., Part II, p. 234.

— R. H. TRAQUAIR. *Notes on the Devonian Fishes*, etc. (n° 3), p. 263.

(8) Selon M. Geikie, les couches de Dura Den (Fifeshire), à *Phaneropleuron Andersoni*, ont une faune spéciale ; de plus, elles sont situées immédiatement au-dessous de la base du Carbonifère, et en stratification concordante avec celle-ci ; enfin, elles ont une puissance beaucoup moindre que celle du *Vieux Grès Rouge supérieur* en d'autres points de l'Écosse.

Pour ces raisons, il est probable que les couches de Dura Den représentent la partie la plus récente de l'Upper Old Red Sandstone.

(9) Quoique considérées, de commun accord, comme appartenant au Dévonien supérieur, les couches de Scaumenac Bay, à *Scaumenacia curta*, renferment, pourtant, *Cephalaspis* et *Diplacanthus*, rencontrés seulement, auparavant, dans le Lower Old Red Sandstone.

Il est donc vraisemblable que ces couches doivent être rangées dans la partie inférieure de l'Upper Old Red Sandstone.

[R. H. TRAQUAIR. *Notes on the Devonian Fishes*, etc. (n° 1). GEOLOGICAL MAGAZINE, 1890, p. 16 ; A. S. WOODWARD. *Further Contributions to Knowledge of the Devonian Fish-Fauna of Canada*. GEOLOGICAL MAGAZINE, 1892, p. 482].

(10) *Couches de John O'Groats, à Tristichopterus alatus* (Upper Flagstone Group).

(R. H. TRAQUAIR. *On a New Species of Dipterus*. GEOLOGICAL MAGAZINE, 1889, p. 98; A. GEIKIE. *On the Old Red Sandstone of Western Europe*. TRANS. ROY. SOC. EDINBURGH, 1878, vol. XXVIII, p. 452).

(11) Lower Flagstone Group (A. GEIKIE. *On the Old Red*, etc., p. 452).

(12) A. S. WOODWARD. *Catalogue*, etc., Part II, p. 234.

— R. H. TRAQUAIR. *Notes on the Devonian Fishes*, etc., (n° 3), p. 263.

(13) « The tail thus formed is beautifully diphyccercal, as seen in Fig. 2; there being, however, as above remarked, a slight upward curvature of the axis of the body at its caudal extremity. »

[R. H. TRAQUAIR. *On Phaneropleuron Andersoni* (Huxley), and *Uronemus Lobatus* (Agassiz). JOURN. ROY. GEOL. SOC. IRELAND, 1871, vol. III, p. 45].

(14) « The tail of Phaneropleuron is then beautifully diphyccercal, a slight tendency to the heterocercal form being, however, shown by a very constant, though slight, upward curvature of the caudal extremity of the body. »

(R. H. TRAQUAIR. *On Phaneropleuron*, etc., p. 42).

(15) « The base of the second dorsal extends to a point a little beyond the commencement of the lower lobe of the caudal, but as its rays are long, and the posterior ones directed nearly horizontally backwards, the fin seems to extend near to the tip of the tail... As regards the caudal fin it is in reality *heterocercal*, the upper lobe being represented only by very short rays towards the tip of the body prolongation... »

[R. H. TRAQUAIR. *Notes on the Devonian Fishes*, etc., (n° 3), p. 263].

(16) A. AGASSIZ. *On the Young Stages of some Osseous Fishes*. I. *Development of the Tail*. PROC. AMER. ACAD. ARTS A. SCIENCES, 1877, vol. XIII, p. 119.

(17) R. H. TRAQUAIR. *Notice of New Fish Remains from the Blackband Ironstone of Borough Lee, near Edinburgh* (n° 2). GEOLOGICAL MAGAZINE, 1881, p. 491.

(18) A. FRITSCH. *Fauna der Gaskohle und der Kalksteine der Permformation Böhmens*. Vol. III, 2^e partie, Prague, 1893.

(19) A. S. WOODWARD. *Note on the Evolution of the Scales of Fishes*. NATURAL SCIENCE, 1893, p. 449.

— A. S. WOODWARD. *The Fossil Fishes of the Hawkesbury Series at Talbragar*. MEM. GEOL. SURV. N.S. WALES, N° 9, Pl. IV, fig. 1-7.

— A. S. WOODWARD. *Catalogue*, etc., Part III, p. 157.

(20) A. S. WOODWARD. *Catalogue*, etc., Part II, p. 235.

(21) A. S. WOODWARD. *Catalogue*, etc., Part II, p. 250 et Pl. IV, fig. 1.

(22) A. GÜNTHER. *Description of Ceratodus, a genus of Ganoid Fishes, recently discovered in Rivers of Queensland, Australia*. PHIL. TRANS. ROY. SOC. LONDON, 1871. Vol. 161, p. 524.

(23) TH. L. W. BISCHOFF. *Lepidosiren paradoxa*. Leipzig, 1840, p. 10 et Pl. IV, fig. I.

(24) R. H. TRAQUAIR. *On the Genera Dipterus, Sedgw. and Murch., Palædaphus,*

Van Beneden and De Koninck, Holodus, Pander, and Cheiroodus, Mac Coy. ANN. AND MAG. NAT. HIST., 1878, vol. II, p. 9.

(25) T. H. HUXLEY. *Phaneropleuron Andersoni*. MEM. GEOL. SURV. U. K., 1861, Dec. X, p. 48.

— R. H. TRAQUAIR. *On Phaneropleuron*, etc., p. 43.

(26) R. H. TRAQUAIR. *On the Genera*, etc., p. 9.

(27) R. H. TRAQUAIR. *Notice of New Fish Remains*, etc. (n° 3). GEOLOGICAL MAGAZINE, 1882, p. 544.

(28) A. GÜNTHER. *Ceratodus*, etc. Pl. XXXV, fig. 1.

(29) J. HYRTL. *Lepidosiren paradoxa*. Prague, 1845, Pl. I, fig. 1, *kk*.

(30) R. H. TRAQUAIR. *On the Genera*, etc., p. 9.

(31) R. H. TRAQUAIR. *The Ganoid Fishes of the British Carboniferous Formations*. PALÆONTOGRAPHICAL SOCIETY, Londres, 1877, p. 39.

— R. H. TRAQUAIR. *Notes on Chondrosteus acipenseroides*, Agassiz. GEOLOGICAL MAGAZINE, 1887, p. 248.

— A. S. WOODWARD. *On the Palæontology of Sturgeons*. PROC. GEOLOGISTS' ASSOC., 1889, vol. XI, p. 24.

(32) R. H. TRAQUAIR. *Notice of New Fish Remains*, etc. (n° 6). GEOLOGICAL MAGAZINE, 1890, p. 252.

— R. H. TRAQUAIR. *Notes on the Devonian Fishes*, etc. (n° 3), p. 264.

M. Traquair qualifie la dentition typique des Dipneustes de *cténodonte*.

Et il exprime l'opinion que la dentition d'*Uronemus*, — avec ses petits tubercules internes arrondis et sa rangée externe de courtes dents coniques, comprimées latéralement, confluentes à la base, — serait *non-cténodonte*.

Je crois, au contraire, que cette dentition est *ultra-cténodonte*.

En effet, dès la partie inférieure du Dévonien inférieur, l'appareil triturateur *cténodonte*, — après tout, remarquablement *uniforme*, — des Dipneustes est déjà complètement constitué (*Dipterus Valenciennesi*).

Quelle vraisemblance y a-t-il, dès lors, qu'un genre du Carbonifère (*Uronemus*) ait encore conservé une dentition palatine primitive, soit préhensile, soit tranchante, à dents isolées (ou presque)?

Surtout, quand ce genre, par la nature de ses nageoires impaires, notamment, montre qu'il a déjà pas mal évolué?

• D'autre part, M. Traquair nous dit que les « dents » d'*Uronemus* ressemblent intimement aux denticules des crêtes des plaques dentaires (cténodontes) de *Dipterus*.

Que faut-il conclure?

Qu'*Uronemus*, — ayant cessé de triturer, — la dentition cténodonte de ses ancêtres s'est résolue en les denticules de ses crêtes, — dans le but de réaliser, à nouveau, un appareil préhenseur ou découpeur, — avec disparition des parties intermédiaires, inutiles, des plaques dentaires.

La dentition d'*Uronemus* est donc *ultra-cténodonte*, ayant passé par la phase cténodonte.

Si la dentition cténodonte des Dipneustes doit son origine au processus qui a formé la dentition cochliodonte des Elasmobranches (A. S. WOODWARD. *The Evolution of*

Sharks' Teeth. NATURAL SCIENCE, 1892, p. 671), *Uronemus* est un bel exemple de l'irréversibilité de l'évolution (L. DOLLO. *Les Lois de l'Evolution*. BULL. SOC. BELG. GÉOL., PALÉONT., HYDR., 1893. vol. VII, p. 164) : car les *denticules* qui ont pris l'apparence et la fonction de véritables dents sont bien plus nombreux que les dents dont ils proviennent; et les *tubercules* appartiennent à des dents de remplacement, qui ne venaient que plus tardivement en usage au stade précténodonte.

(33) W. B. SCOTT. *On Variations and Mutations*. AMER. JOURN. SC. (SILLIMAN), 1894, vol. 48, p. 363.

(34) T. H. HUXLEY. *Observations on the Development of some parts of the Skeleton of Fishes*. QUART. JOURN. MICROSC. SC., 1859, vol. VII, p. 33.

— P. J. VAN BENEDEN. *Sur le développement de la queue des poissons plagiostomes*. BULL. ACAD. ROY. BELG., 1861, vol. XI, p. 293.

— A. AGASSIZ. *Young Stages*, etc., I, p. 117.

— J. A. RYDER. *Origin of Heterocercy*, etc., p. 985.

(35) FRITZ MÜLLER. *Für Darwin*. Leipzig, 1864.

— E. HÆCKEL. *Generelle Morphologie der Organismen*. Berlin, 1866.

(36) Pour les Cyclostomes, consulter : A. DOHRN. *Der Ursprung der Wirbelthiere und das Princip des Functionswechsels*. Leipzig, 1875, p. 35.

On peut admettre que la forme du corps et les nageoires des Cyclostomes soient des adaptations au mode de vie, sans que, *nécessairement*, pour cela, la larve de ces Poissons soit une intercalation secondaire, — et l'*Amphioxus* un être pédogénétique. C'est ce que je fais ici.

(37) Sur ce point, je vais encore plus loin que M. Dean (*Morphology of Cladose-lache*, etc., p. 101), qui écrit :

« The only fish group whereby true diphyrcy can claim antiquity among fossil forms is the Dipnoan... »

On a vu, plus haut, que les données paléontologiques contredisent nettement cette assertion.

— L'apparition ontogénique précoce des rayons dans le lobe ventral de la nageoire hétérocerque ne prouve nullement, comme le pense M. Dean (p. 102), que ces rayons soient, phylogéniquement, plus anciens que les autres rayons de la queue.

Ils apparaissent plus tôt que ceux-ci, parce que, chez l'adulte, ils auront une taille plus considérable (J. MASSART. *La récapitulation et l'innovation en embryologie végétale*. BULL. SOC. ROY. BOTAN. BELG., 1894, vol. XXXIII, p. 236).

C'est là un cas d'*hétérochronie*, phénomène dont il y a bien d'autres exemples connus.

On sait, en effet, que, sous sa forme la plus absolue, la *loi de la récapitulation* s'énonce ainsi : *l'Ontogénie répète la Phylogénie*. Mais, — sous l'influence combinée des *Variations individuelles dans l'Ontogénie* (J. E. V. BOAS. *Ueber den ungleichen Entwicklungsgang der Salzwasser- und der Süßwasser-Form von Palaemonetes varians*. ZOOL. JAHRBÜCH. Syst. Geogr. Biol., 1889, vol. IV, p. 793) et de la *Sélection naturelle*, — cette loi est soumise à de nombreuses *perturbations*, — qu'on peut résumer de la manière suivante :

1. *Dilatation* : prolongation de durée des phases ; — Axolotl.

2. *Contraction* : réduction de durée des phases ; — Raccourcissement de la gestation chez les Mammifères domestiques, par rapport aux espèces sauvages correspondantes.

3. *Hétérochronie* : interversion de l'ordre des phases ; — Apparition tardive des dents, qui, chez l'Homme, notamment, devraient déjà être complètement développées lors de la présence des arcs viscéraux, puisque nos ancêtres branchifères étaient assurément dentés.

4. *Suppression* : disparition de phases ; — Perte du Nauplius.

5. *Intercalation* : introduction de phases nouvelles ; — Placenta.

Enfin, il y a encore le *développement direct*, sans aucune récapitulation, comme dans l'*hystolyse* (Insectes à métamorphoses complètes).

Malgré ses perturbations, il n'y a point de doute, cependant, que la *loi de la récapitulation* ne réponde à une réalité.

L'existence des *arcs branchiaux embryonnaires* chez les *Vertébrés amniotes*, — le développement de la *Sacculine*, — celui de l'*Entoconcha*, — suffiraient, à eux seuls, à la démontrer.

Toutefois, il ne faut l'appliquer qu'avec discrimination, — après discussion, dans chaque cas.

Pour en revenir à la *queue hétérocerque*, tous les rayons y sont, phylogéniquement, contemporains. Mais ceux du lobe ventral, en raison de leur taille exceptionnelle, apparaissent, ontogéniquement, prématurément : il y a donc simplement, ici, *hétérochronie*.

— La queue de *Cladoselache* est une queue *hétérocerque tronquée*, par opposition aux queues *hétérocerques échancrées* (*Palæoniscus*), comme il y a des queues *homocerques tronquées* (*Gadus luscus*), par opposition aux queues *homocerques échancrées* (*Scomber scomber*).

A quelles *adaptations* correspondent ces deux types de queues en éventail ?

(38) T. H. HUXLEY. *Glyptolæmus Kinnairdi*. MEM. GEOL. SURV. U. K., 1861, Dec. X, p. 41.

— T. H. HUXLEY. *Preliminary Essay upon the Systematic Arrangement of the Fishes of the Devonian Epoch*. MEM. GEOL. SURV. U. K., 1861, Dec. X, p. 1.

(39) A. S. WOODWARD. *Catalogue, etc.*, Part II, p. 368.

(40) A. GEIKIE. *On the Old Red, etc.*, p. 451 (*Dipterus macrolepidotus*, — Lower Old Red Sandstone, Lower Flagstone Group, Berriedale Flags).

— R. H. TRAQUAIR. *Notes on the Nomenclature of the Fishes of the Old Red Sandstone of Great Britain*. GEOLOGICAL MAGAZINE, 1888, p. 516 [*Thursius (Dipterus) macrolepidotus*].

(41) T. H. HUXLEY. *Illustrations of the Structure of the Coelacanthini*. MEM. GEOL. SURV. U. K., 1866, Dec. XII, p. 6.

— O. M. REIS. *Die Coelacanthinen, mit besonderer Berücksichtigung der im Weissen Jura Bayerns vorkommenden Gattungen*. PALÆONTOGRAPHICA, 1888, vol. XXXV, p. 1.

— A. S. WOODWARD. *Catalogue, etc.*, Part II, p. 394.

(42) R. H. TRAQUAIR. *On the Structure and Affinities of Tristichopterus alatus*, Egerton. TRANS. ROY. SOC. EDINBURGH, 1875, vol. XXVII, p. 383.

(43) J. F. WHITEAVES. *Illustrations of the Fossil Fishes of the Devonian Rocks of Canada*. PROC. AND TRANS. ROY. SOC. CANADA, 1889, vol. VI, p. 78.

(44) « If this view be correct, we have in *Eusthenopteron* a condition almost unique among fishes, for though sclerotic ossifications are not uncommon amongst

them, in no fish except certain Coelacanth's do they assume the form of a continuous ring of quadrangular plates as they do in recent Birds and Lizards and in extinct Ichthyosauria and Stegocephala. » [R. H. TRAQUAIR. *Notes on the Devonian Fishes*, etc. (N° 1), p. 18].

(45) A. S. WOODWARD. *Catalogue*, etc., Part II, p. 416.

(46) E. D. COPE. *Observations on the Systematic Relations of the Fishes*. PROC. AMER. ASSOC. ADV. SC., 1871, p. 340.

— A. GÜNTHER. *Catalogue of the Fishes in the British Museum*, vol. IV, p. 399. Londres, 1862.

— P. BLEEKER. *Atlas ichthyologique des Indes orientales néerlandaises*. Pl. CCXXXII et CCXLI, Amsterdam, 1866-72, vol. 6.

(47) A. GÜNTHER. *Catalogue*, etc., vol. IV, p. 490.

(48) A. AGASSIZ. *Young Stages*, etc., II. *Development of the Flounders*. 1878, vol. XIV. Pl. X, fig. 1.

(49) J. A. SMITH. *Description of Calamoichthys, a new Genus of Ganoid Fish from Old Calabar, Western Africa; forming an addition to the Family Polyp-terini*. TRANS. ROY. SOC. EDINBURGH, 1866, vol. XXIV, p. 457.

— R. H. TRAQUAIR. *Observations on the Internal Structure of Calamoichthys, a new Genus of Ganoid Fish, from Old Calabar, Western Africa*. PROC. ROY. SOC. EDINBURGH, 1866, vol. V, p. 657.

— R. H. TRAQUAIR. *Notes on Calamoichthys Calabaricus (J. A. Smith)*. JOURN. GEOL. SOC. IRELAND, 1870, vol. II, p. 249.

(50) A. KÖLLIKER. *Ueber das Ende der Wirbelsäule der Ganoiden und einiger Teleostier*. Leipzig, 1860, p. 4.

(51) T. H. HUXLEY. *Observations*, etc., p. 42.

(52) C. EMERY. *Fierasfer*. FAUNA UND FLORA DES GOLFES VON NEAPEL, vol. II, 1880, Pl. I, fig. 3; Pl. II, fig. 17.

— J. A. RYDER. *Origin of Heterocercy*, etc., p. 995.

(53) En vue de compléter la terminologie relative à la *queue des Vertébrés aquatiques*, je propose d'appeler, — *antihétérocerque*, la queue des Ichthyosauriens, — *platycerque*, la queue des Mammifères marins (L. DOLLO. *Sur l'origine de la nageoire caudale des Ichthyosaures*. BULL. SOC. BELG. GÉOL., PALÉONT., HYDR., 1892. vol. VI. p. 167).

(54) F. M. BALFOUR et W. N. PARKER. *On the Structure*, etc., p. 411.

— « Wherever an organ is reduced to a rudimentary condition, individual variation occurs. Thus scarcely two specimens of *Ceratodus* will be found in which the caudal termination of the vertebral column is exactly alike. One of the most remarkable variations is figured on Plate XXX, fig. 3. The notochord, with its whitish fibrous sheath, terminates here abruptly at a considerable distance from the end of the tail, its termination (*n*) being rather obtuse. » (A. GÜNTHER. *Ceratodus*, etc., p. 527).

N'est-ce pas là quelque chose d'analogue à ce qui se passe chez *Fierasfer*, le type de la *géphyrocercie* ?

Seulement, *Ceratodus*, — descendant direct d'hétérocerque, — n'a perdu que la vraie caudale, — et il lui reste : $D^2 + A^2$.

Tandis que, *Fierasfer*, — descendant d'homocerque, — où la vraie caudale a déjà disparu, avant l'avortement de la deuxième anale, — ne possède plus que : $D^2 + A^1$.

(55) L. DOLLO. *Lois de l'Evolution*, etc., p. 164.

(56) A. S. WOODWARD. *Catalogue*, etc. Part II, p. xx.

(57) R. SEMON. *Zoologische Forschungsreisen in Australien und dem malayischen Archipel*. Vol. I. *Ceratodus*. 1893. Iéna.

«Ceratodus ist demnach noch ein vollkommenes Wasserthier; die bei ihm beobachtete Lungenathmung ist nicht als eine Anpassung an zeitweiliges Leben im Trocknen, sondern als Anpassung an ein Leben in zeitweilig zur Athmung untauglichem Wasser entstanden.» P. 24.

« Sicher ist, dass er bei Tage oft längere Zeit bewegungslos auf einem Flecke liegt, mit Vorliebe längs der riesigen Baumstrünke, die allenthalben im Flussbette zerstreut liegen, unter der Wölbung verborgen und beschattet. Stets wählt er dabei die tieferen Stellen der Wasserlöcher aus; ... » p. 21.

« Die Langsamkeit und Schwerfälligkeit des Thieres... » p. 20.

(58) F. STUHLMANN. *Zweiter Bericht über eine mit Unterstützung der Königlichen Akademie der Wissenschaften nach Ost-Africa unternommene Reise*. SITZUNGSBER. D. K. PREUSS. AKAD. D. WISS. Z. BERLIN, 1889, p. 654.

« In den Flüssen selbst habe ich niemals ein Exemplar gefunden, während flache, in der Trockenzeit verschwindende Sümpfe, diese Fische massenhaft beherbergen. »

(59) J. BOHLS. *Mittheilungen über Fang und Lebensweise von Lepidosiren aus Paraguay*. NACHRICHTEN V. D. K. GES. D. WISS. Z. GÖTTINGEN, 1894, p. 80.

« Anfang September vorigen Jahres gelang es mir, Lepidosiren in den im Innern des Chaco (das rechte Ufer des Paraguayflusses) befindlichen Sümpfen wieder aufzufinden. Im Paraguaystrome und seinen Nebenflüssen kommt er nicht vor; ... »

(60) A. GÜNTHER. *Ceratodus*, etc. Pl. XXX, fig. 1.

(61) J. E. GRAY. *Observations on a Living African Lepidosiren in the Crystal Palace*. PROC. ZOOL. SOC. LONDON, 1856, Pl. XI.

(62) E. R. LANKESTER. *The Limbs of Lepidosiren paradoxa*. NATURE, 1894, vol. 49, p. 555.

(63) A. GÜNTHER. *Ceratodus*, etc. Pl. XXX, fig. 1.

(64) J. E. GRAY. *Observations*, etc. Pl. XI.

(65) E. R. LANKESTER. *The Limbs*, etc., p. 555.

(66) Nous rencontrons, ici, une de ces transformations qui ne sont explicables que par la *discontinuité de l'évolution*.

En effet, l'*allongement* d'une région du corps par *étirement* (ceci n'est qu'une image, bien entendu) de ses segments, — exemple : cou de la Girafe, — peut, théoriquement, se faire par degrés absolument insensibles, — *évolution continue*.

Mais, l'*allongement* d'une région du corps par *multiplication* de ses segments, — exemple : tronc du Lépidosirène, — ne peut se concevoir qu'au moyen de sauts plus ou moins brusques, — *évolution discontinue*.

Car il a lieu, au minimum, par *un* segment à la fois.

Ou, plus probablement, par *plusieurs* segments d'un seul coup, — ce qui semble

résulter, notamment, de la grande amplitude des variations individuelles dans le nombre des vertèbres des Ophidiens.

On comprendra de suite l'importance de l'étude de l'*intercalation*, ou de la *suppression*, de *segments*, — pour la question de la *discontinuité de l'évolution*, — si on réfléchit que, — laissant momentanément de côté les *Protistes* et les *Végétaux*, chez lesquels cette loi trouve aussi son application, — tous les *Animaux* [à l'exception des Porozoaires et de certains Cnidozoaires (Hydrocnidaires)] sont, en définitive, *segmentés*, ou l'ont été.

(A. SEDGWICK. *On the Origin of Metameric Segmentation and some other Morphological Questions*. QUART. JOURN. MICROSC. SC., 1884, vol. XXIV, p. 43; E. VAN BENEDEN. *Recherches sur le développement des Arachnactis*. ARCHIVES DE BIOLOGIE, 1891, vol. XI, p. 119; A. LAMEERE. *L'Origine des Vertébrés*. BULL. SOC. BELG. MICROSC., 1891, vol. XVII, p. 91; A. LAMEERE. *Prolégomènes de Zoogénie*. BULL. SCIENT. GIARD, 1891, vol. XXIII, p. 399).

Et ce n'est là qu'une face du problème de la *discontinuité*. Mais je ne puis m'appesantir davantage sur ce sujet. Je le traiterai, d'ailleurs, en détail dans mon livre sur *Les Lois de l'Évolution*.

L. DOLLO. *Lois de l'Évolution*, etc., p. 164 (1893).

W. BATESON. *Materials for the Study of Variation treated with especial regard to Discontinuity in the Origin of Species*. Londres, 1894.

H. DE VRIES. *Ueber halbe Galton-Curven als Zeichen discontinuierlicher Variation*. BER. D. DEUTSCH. BOT. GESELLS., 1894, vol. XII, p. 197.

(67) A. GÜNTHER. *Ceratodus*, etc., p. 527.

(68) R. OWEN. *Description of the Lepidosiren annectens*. TRANS. LINN. SOC. LONDON, 1839, vol. XVIII, p. 337

(69) TH. L. W. BISCHOFF, *Lepidosiren*, etc., p. 5.

— J. HYRTL. *Lepidosiren*, etc., p. 9.

(70) J. E. V. BOAS. *Ueber Herz und Arterienbogen bei Ceratodus und Protopterus*. MORPH. JAHR., 1880. Vol. VI, p. 337 et 344.

— W. N. PARKER. *On the Anatomy and Physiology of Protopterus annectens*. TRANS. ROY. IRISH. ACAD., 1892. Vol. XXX. p. 161.

— Chose curieuse, ce n'est pas parmi les Dipneustes qu'on rencontre le Poisson dont l'*appareil branchial* est le plus réduit.

Ce Poisson est un *Physoclyste anguilliforme* (*Amphipnous cuchia*.) Ici, on a :

Hy. I. II. III. IV. V.

Amphipnous. — 3 fentes. — 2 hémibranchies : $\underbrace{0 \quad 0}_{\quad} \quad 2 \quad 0 \quad \underbrace{0 \quad 0}_{\quad}$

Sans parler de la *régression profonde*, — de la *hauteur des fentes branchiales*, — ainsi que du *nombre et des dimensions des lamelles branchiales*.

Aussi, la *respiration aquatique* a, fonctionnellement, complètement disparu.

Elle est remplacée par une *respiration atmosphérique*, — qui se fait au moyen de *sacs pseudopulmonaires* (diverticulum de la cavité branchiale).

J. HYRTL. *Ueber den Amphibienkreislauf von Amphipnous und Monopterus*. DENKSCHR. D. K. AKAD. D. WISS., Vienne, 1858. Vol. XIV, p. 40.

F. DAY. *The Fishes of India*. Londres, 1878-88, p. 655.

(71) Tandis que la transformation, — en avant, — d'un type vivant dans l'*eau corrompue* (donc, analogue à *Ceratodus*) en un type séjournant dans la *vase* (existence

en eau corrompue aggravée), semble des plus naturelles pour les Dipneustes, — puisque 2, sur 3, des *Dipneustes actuels* l'ont réalisée *indépendamment*.

Indépendamment, — car il est peu probable qu'il y ait une connexion génétique *directe* entre *Protopterus* et *Lepidosiren* : outre l'éloignement de l'*habitat* (Ancien Monde et Nouveau Monde), chacun a des *spécialisations secondaires* qui lui sont propres (*Protopterus* : branchies externes ; *Lepidosiren* : villosités des nageoires ventrales).

W. PETERS. *Ueber einen dem Lepidosiren annectens verwandten Fisch von Quelimane*. MÜLLER'S ARCHIV, 1845, p. 1.

W. PETERS. *Reise nach Mossambique*. Zoologie. IV. *Flussfische*. p. 2. Berlin, 1868.

W. N. PARKER. *On the Anatomy*, etc., p. 163.

E. R. LANKESTER. *The Limbs*, etc., p. 555.

(72) Et remarquons qu'il ne s'agit pas, ici, d'un *caractère isolé*, — mais de toute une *série de caractères*, — ce qui est bien plus grave en matière d'*irréversibilité*, — sans compter que les *diverses réductions* énumérées dans le texte représentent, sans doute, *fort peu de chose*, en comparaison de celles qui ont échappé jusqu'à présent.

Or, c'est surtout dans son action sur des éléments aussi multiples qu'on peut affirmer, avec certitude, que *l'évolution n'est pas réversible*.

« Car, pour qu'elle le fût, il faudrait : que des *causes, exactement inverses* de celles qui ont donné naissance aux *variations* (anomalies), sources des dispositions normales nouvelles, et à leur *fixation*, se produisent, et cela dans un *ordre exactement inverse* aussi : circonstances trop complexes pour qu'on puisse supposer qu'elles se réalisent jamais. » (L. DOLLO. *Sur la Morphologie des Côtes*. BULL. SCIENT. GIARD. 1882, Vol. XXIV, p. 9).

Autant vaudrait prétendre qu'en jetant en l'air les caractères nécessaires à l'impression de l'*Iliade*, le poème se trouverait tout composé par la simple chute de ces petits blocs métalliques.

(73) J. BOHLS. *Mittheilungen*, etc., p. 81.

(74) « Bei grossen Ueberschwemmungen die fast alljährlich den Chaco heimsuchen, gelangt der Lepidosiren allerdings gelegentlich in die Flüsse. » (J. BOHLS. *Mittheilungen*, etc., p. 80).

(75) A. GÜNTHER. *Catalogue*, etc., Vol. VIII, p. 322.

(76) A. GÜNTHER. *Catalogue*, etc., Vol. VIII, p. 5.

(77) A. GÜNTHER. *Catalogue*, etc., Vol. VIII, p. 5.

(78) E. EHLERS. *Ueber Lepidosiren paradoxa, Fitz., und articulata, n. sp. aus Paraguay*. NACHRICHTEN V. D. K. GES. D. WISS. Z. GÖTTINGEN, 1894, p. 85.

(79) TH. L. W. BISCHOFF. *Lepidosiren*, etc., Pl. I, fig. I et III.

— E. EHLERS. *Lepidosiren*, etc., p. 85.

(80) J. KAUP. *Catalogue of Apodal Fish in the Collection of the British Museum*. Londres, 1856, p. 122.

(81) Outre sa *respiration aquatique*, branchiale, *Rhamphichthys Blochii* n'aurait-il point également une *respiration atmosphérique* ?

La chose n'est pas impossible, — vu le milieu dans lequel il vit.

A cause de la présence des *écailles*, il est peu probable que la *respiration cutanée* soit très intense chez lui.

Respirerait-il par l'intestin, — comme *Misgurnus fossilis* (P. ERMAN. *Untersuchungen über das Gas in der Schwimmblase der Fische, und über die Mitwirkung des Darmkanals zum Respirationsgeschäft bei der Fischart Cobitis fossilis*. GILBERT'S ANNALEN DER PHYSIK. 1808, Vol. XXX, p. 113), — ou comme *Callichthys asper* (C. JOBERT. *Recherches pour servir à l'histoire de la respiration chez les Poissons*. ANNAL. SC. NAT. ZOOL., 1877, Vol. V. Art. 8), — sans appareil respiratoire atmosphérique autrement localisé ?

Ou par la peau et par la muqueuse buccale, — comme les *Salamandres terrestres sans poumons* (H. W. WILDER. *Lungenlose Salamandriden*. ANATOMISCHER ANZEIGER, 1894, p. 216; L. CAMERANO. *Ricerche anatomo-fisiologiche intorno ai Salamandridi normalmente apneumoni*. ATTI R. ACCAD. SC. TORINO. 1894. Vol. XXIX, p. 1) ?

A ce propos, les nombreux replis de cette muqueuse chez *Gymnotus electricus* (A. GÜNTHER. *Catalogue*, etc., Vol. VIII, p. 10), proche parent de *Rhamphichthys Blochii*, ne serviraient-ils pas à multiplier la surface d'échange, pour une respiration atmosphérique ?

Il y aurait, là, des observations et des expériences intéressantes à faire.

— D'ailleurs, la respiration atmosphérique est bien plus fréquente chez les Poissons qu'on ne le pense généralement, — surtout sous les Tropiques, là où il y a une saison sèche et une saison des pluies.

Et, sans vouloir prétendre ici à une énumération complète, on peut citer, parmi les Ostéoptérygiens, les types suivants comme jouissant d'une respiration atmosphérique plus ou moins parfaite :

I. DIPNEUSTES.

II. GANOÏDES :

1. *Polyodontidæ* : Polyodon.
2. *Lepidosteidæ* : Lepidosteus.
3. *Amiidæ* : Amia.

III. PHYSOSTOMES :

1. *Osteoglossidæ* : Arapaima, Heterotis.
2. *Characinidæ* : Erythrinus.
3. *Mormyridæ* : Gymnarchus.
4. *Cyprinidæ* : Misgurnus.
5. *Siluridæ* : Callichthys, Saccobranthus.

IV. PHYSOCLYSTES :

1. *Ophiocephalidæ*.
2. *Labyrinthici*.
3. *Luciocephalidæ*.
4. *Symbranchidæ* : Amphipnous.

(C. SEMPER. *Die natürlichen Existenzbedingungen der Thiere*. Leipzig, 1880, Vol. I, p. 231; C. JOBERT. *Recherches anatomiques et physiologiques pour servir à l'histoire de la respiration chez les Poissons*. ANNAL. SC. NAT. ZOOL., 1878. Vol. VII. Art. 5; J. HYRTL. *Beitrag z. Anat. v. Heterotis Ehrenbergii*, C. V. DENKSCHR. D. K. AKAD. D. WISS., Vienne, 1854. Vol. VIII, p. 73; J. HYRTL. *Anat. Mittheil. üb. Mormyrus u. Gymnarchus*. DENKSCHR. D. K. AKAD. D. WISS., Vienne. 1856, Vol. XII, p. 1; F. DAY, *Fishes of India*, etc., p. 439).

— Au surplus, la vessie natatoire n'est peut-être qu'un poumon (de Poisson, comme celui des Dipneustes ou de certains Ganoïdes) dégénéré (C. MORRIS. *The Origin of Lungs, a Chapter in Evolution*. AMERICAN NATURALIST. 1892, p. 975).

Nous aurions donc deux régressions pulmonaires :

1. L'une, — chez les *Vertébrés aquatiques*, — atteignant son maximum chez les *Physoclystes*, — provenant de l'abandon de la vie en eau douce sous un régime tropical, — et du retour à la vie marine;

2. L'autre, — chez les *Vertébrés terrestres*, — résultant de la suprématie croissante de la respiration cutanée chez les *Batraciens* à peau entièrement nue, — la Grenouille nous montrant des poumons, non en voie de développement, mais en voie de disparition, — et plusieurs *Salamandres terrestres* ayant même totalement perdu lesdits poumons.

(82) Quel est l'usage des *plis longitudinaux* de la face inférieure de la tête chez *Symbranchus marmoratus*?

Seraient-ils destinés à faciliter une respiration atmosphérique?

Soit en permettant l'augmentation de l'amplitude des mouvements du plancher de la cavité buccale (A. MARCACCI. *L'asfissia negli animali a sangue freddo*. ATTI SOC. TOSC. SC. NAT., Mem., Vol. XIII, 1894);

Soit en favorisant l'accroissement de volume et de surface de cette cavité, — comme chez les Balénoptères, où la chose a lieu, toutefois, pour un motif bien différent (W. KÜKENTHAL. *Vergleich.-Anat. und Entwickl. Unters. an Walthieren*. DENKSCHR. D. MED.-NATURW. GES. Z. IENA, 1892, Vol. III, p. 313).

Ici encore, il y aurait des observations et des expériences intéressantes à faire.

D'autant plus, que les *plis longitudinaux* de la face inférieure de la tête sont assez fréquents chez les *Poissons anguilliformes*.

Et cela, non pas seulement chez les *Physoclystes* (*Symbranchus marmoratus*), — mais aussi chez les *Physostomes* (*Muraena afra*, *Muraena fimbriata*, *Ophichthys cancrivorus*.)

Il ne s'agit donc pas, dans ce cas, d'un caractère hérité de l'ancêtre commun d'un groupe monophylétique, — mais d'une véritable adaptation à des conditions d'existence déterminées.

Quelle est la signification physiologique précise de cette adaptation? Voilà le problème à résoudre.

— Peut-être, également, la respiration cutanée est-elle très développée chez *Symbranchus marmoratus*, car cet animal a la peau complètement nue.

Son proche parent, *Amphipnous cuchia*, au contraire, qui a conservé ses écailles, a dû recourir à des sacs respiratoires spéciaux (diverticulums de la cavité branchiale).

(83) A. S. WOODWARD. *Catalogue*, etc., Part II, p. 264.

(84) J. MÜLLER. *Vergleichende Anatomie der Myxinoiden*. ABHAND. D. K. PR. AKAD. D. WISS. Z. BERLIN, 1841, p. 78.

(85) J. MÜLLER. *Myxinoiden*, etc., p. 78.

(86) J. HYRTL. *Lepidosiren*, etc., p. 25.

— E. EHLERS. *Zur Kenntnis der Eingeweide von Lepidosiren*. NACHRICHTEN V. D. K. GES. D. WISS. Z. GÖTTINGEN, 1895, p. 5.

(87) J. HYRTL. *Lepidosiren*, etc., p. 34.

(88) E. V. SIEBOLD et H. STANNIUS. *Handbuch der Zootomie*. II. *Wirbelthiere* (Stannius). 2^e Aufl. Berlin, 1854, p. 236.

(89) Sur la distinction du *cône* artériel et du *bulbe* artériel, voir :

J. MÜLLER. *Ueber den Bau und die Grenzen der Ganoiden und über das natürliche System der Fische*. ABHAND. D. K. PR. AKAD. D. WISS. Z. BERLIN, 1844, p. 126.

J. E. V. BOAS. *Ueber den Conus arteriosus bei Butirinus und bei anderen Knochenfischen*. MORPH. JAHR., 1880. Vol. VI, p. 527.

J. E. V. BOAS. *Ueber den Conus arteriosus und die Arterienbogen der Amphibien*. MORPH. JAHR., 1882. Vol. VII, p. 489.

Mais, pourquoi les *Ganoïdes*, en se métamorphosant en *Téleostéens*, ont-ils échangé leur *cône* artériel contre un *bulbe* artériel ?

A quelle *adaptation* cet échange répond-il ? Quelle est sa *signification physiologique* précise ?

Nouveaux problèmes à résoudre.

(90) A. GÜNTHER. *Introduction to the Study of Fishes*. Edimbourg, 1880, p. 156.

(91) J. KAUP. *Catalogue*, etc., p. 124.

(92) A. GÜNTHER. *Introduction*, etc., p. 156.

(93) J. BOHLS. *Mittheilungen*, etc., p. 82.

— C. SEMPER. *Existenzbedingungen*, etc. Vol. I, p. 233 et 297.

(94) « Though the *Ganoidei* are separated from the *Dipnoi* by their hyostylic skull, a transition to the latter order is afforded by those Crossopterygian forms with acutely lobate pectorals (*Holoptychius*, *Glyptolepis*); »... (R. H. TRAQUAIR. *Ganoid Fishes*, etc., p. 6).

« Such being the arrangement in the Crossopterygii, it is of much interest to be able to institute comparisons with the Dipnoan fishes, which exhibit so many features of resemblance to the order just mentioned. » (A. S. WOODWARD. *Note on a Case of Subdivision of the Median Fin in a Dipnoan Fish*. ANN. AND MAG. NAT. HIST., 1893. Vol. XI, p. 242).

(95) T. H. HUXLEY. *On the application of the Laws of Evolution to the Arrangement of the Vertebrata, and more particularly of the Mammalia*. PROC. ZOOL. SOC. LONDON. 1880, p. 649.

(96) T. H. HUXLEY. *Preliminary Essay*, etc., p. 11.

— T. H. HUXLEY. *On Ceratodus Forsteri, with Observations on the Classification of Fishes*. PROC. ZOOL. SOC. LONDON, 1876, p. 57.

— A. S. WOODWARD. *Catalogue*, etc., Part II, p. 367.

— A. GEIKIE. *On the Old Red*, etc., p. 451.

(97) T. H. HUXLEY. *On Ceratodus*, etc., p. 40.

— R. H. TRAQUAIR. *On the Genera*, etc., p. 4.

— A. S. WOODWARD. *Catalogue*, etc., Part II, p. XII.

(98) R. H. TRAQUAIR. *On the Structure and Systematic Position of the Genus Cheirolepis*. ANN. AND. MAG. NAT. HIST., 1875. Vol. XV, p. 237.

— A. S. WOODWARD. *Catalogue*, etc., Part II, p. 453.

(99) B. DEAN. *Morphology of Cladoselache*, etc., p. 94.

— A. S. WOODWARD. *The Problem of the Primæval Sharks*. NATURAL SCIENCE, 1895, p. 41.

(100) *Ichthyopterygium*, Huxley = *Actinopterygium*, Cope.

T. H. HUXLEY. *On Ceratodus*, etc., p. 55.

E. D. COPE. *The Homologies of the Fins of Fishes*. AMERICAN NATURALIST. 1890, p. 406.

(101) « *Crossopterygii*. — Pectoral, and sometimes also the ventral, fins lobate. » (R. H. TRAQUAIR. *Ganoid Fishes*, etc., p. 8).

(102) T. H. HUXLEY. *Preliminary Essay*, etc., p. 1, 5, 7, 11.

— A. S. WOODWARD. *Catalogue*, etc., Part II, p. 323, 331, 368, 390.

(103) A. S. WOODWARD. *Catalogue*, etc., Part II, p. 239.

(104) *Polypterus* :

— E. GEOFFROY SAINT-HILAIRE. *Histoire naturelle et description anatomique d'un nouveau genre de poisson du Nil, nommé Polyptère*. ANN. MUS. HIST. NAT., Paris, 1802, vol. I, p. 28.

— « .. ces poissons se tiennent habituellement au fond des eaux, dans la vase, ... peut-être, comme le suppose le naturaliste français, la progression a-t-elle lieu aussi par une sorte de marche quadrupédale comparable, jusqu'à un certain point, à celle des phoques, en raison de la conformation des nageoires paires qui, soutenues par un pédicule, servent de supports. » (A. DUMÉRIL. *Histoire naturelle des Poissons* Paris, 1870, vol. II, p. 370)

Protopterus :

— « The Mud Fish is generally to be observed swimming about under the water, or resting at the bottom of the tank, supporting itself by its members, an inch and a half or two inches above the surface of the gravel, ... » (J. E. GRAY. *Observations*, etc., p. 343).

— « When moving about slowly on the bottom, the two fins of each side are usually used alternately, those of one side pointing forward while those of the other extend backwards, though there appears to be no strict regularity in their movements. The filamentous extremities, which can be of little use in swimming, certainly seem important in creeping along the bottom, and it is interesting to notice that the movements more nearly resemble walking with alternate steps than swimming with simultaneous strokes of the fins of both sides. » (W. N. PARKER. *On the Anatomy*, etc., p. 113).

(105) A. GÜNTHER. *Introduction*, etc., p. 488.

— C. SEMPER. *Existenzbedingungen*, etc., vol. I, p. 231.

(106) R. H. TRAQUAIR. *Ganoid Fishes*, etc., p. 8.

(107) E. GEOFFROY SAINT-HILAIRE. *Polyptère*, etc., p. 62.

— E. GEOFFROY SAINT-HILAIRE. *Description de l'Égypte. Histoire naturelle*. Vol. I, Paris, 1809, p. 10.

— « L'impossibilité pour l'eau de sortir en totalité par les fentes branchiales, comme chez les autres poissons à opercules, est due au peu de mobilité des battants operculaires. Solidement retenus par la *membrane branchiostège*, ils ne laissent échapper qu'une petite partie du liquide.

La grande paire de pièces osseuses émaillées comme les os du crâne situées à la région gulaire entre les branches de la mâchoire inférieure, représente les *rayons branchiostèges*. Ce sont elles qui s'opposent à la mobilité de la membrane et des opercules. » (A. DUMÉRIL. *Histoire naturelle*, etc., vol. II, p. 386).

(108) A. DUMÉRIL. *Histoire naturelle*, etc., vol. II, p. 376.

(109) Voir, plus bas, ce qui est dit à propos des narines.

(110) « And as to the position of the anterior nares, which appear to have been situated on the under face of the broad snout, not only in *Dipterus*, but in *Osteolepis* and *Diplopterus*... » p. 57.

« In *Ceratodus* there is the further physiological relation to aerial respiration; ... » p. 28.

(T. H. HUXLEY. *On Ceratodus*, etc.).

(111) A. DUMÉRIL. *Histoire naturelle*, etc., vol. II, p. 376.

— R. H. TRAQUAIR. *On the Cranial Osteology of Polypterus*. JOURN. ANAT. PHYS., 1871, vol. V. Pl. VI, Ol.

— H. B. POLLARD. *On the Anatomy and Phylogenetic Position of Polypterus*. ZOOL. JAHRBÜCH. Anat. Ont., 1892, vol. V, Pl. 27, fig. 1, Na¹, Na².

(112) A. S. WOODWARD. *Sharks' Teeth*, etc., p. 673.

(113) R. H. TRAQUAIR, *On the Structure and Affinities of the Platysomidae*. TRANS. ROY. SOC. EDINBURGH, 1879, vol. XXIX, p. 363 et 369, Pl. V, et Pl. VI, fig. 1 et 2.

(114) T. H. HUXLEY. *On Ceratodus*, etc., p. 40.

(115) « It has been shown by Huxley that the suspensorium of the Batrachia is hyostylic in its earliest stages, and that it becomes autostylic at a later period of development. » (E. D. COPE. *On the Phylogeny of the Vertebrata*. PROC. AMER. PHIL. Soc., 1892, vol. XXX, p. 280).

(116) T. H. HUXLEY. *On Ceratodus*, etc., p. 42.

(117) A. S. WOODWARD. *Sharks' Teeth*, etc., p. 672.

— A. S. WOODWARD. *Catalogue*, etc., Part II, p. xvi.

(118) « Vielleicht sind ausgestorbene Dipneusten der paläolithischen Periode, welche sich in devonischer Zeit aus Urfischen entwickelt hatten, als die Stammformen der Amphibien, und somit auch aller höheren Wirbelthiere zu betrachten. » (E. HÆCKEL. *Natürliche Schöpfungsgeschichte*. 3^{te} Aufl., Berlin, 1872, p. 520).

« Die heute noch lebende Dipneusten, ... sind die letzten Ueberreste einer connectanten Uebergangsgruppe, welche in devonischer Zeit die Brücke von den kiemenathmenden Fische (*Selachier*, *Ganoiden*) zu den lungenathmenden Amphibien (*Stegcephalen*) schlug; ... »

« Wir können diese Classe in drei Ordnungen eintheilen; von diesen scheinen die devonischen *Phaneropleuriden* Reste der gemeinsamen Stammgruppe zu sein... Von den *Phaneropleuriden* oder *Paläodipneusten*... Die directen Stammformen der Amphibien und somit aller pentadactylen (oder « quadrupeden ») Wirbelthiere sind uns zur Zeit noch unbekannt; sie dürften aber unter den devonischen und carbonischen *Paläodipneusten* zu suchen sein. »

(E. HÆCKEL. *Zur Phylogenie der Australischen Fauna*, p. xvi, in R. SEMON. *Ceratodus*, etc.).

(119) J. E. V. BOAS. *Amphibien*, etc., p. 557.

(120) E. D. COPE. *On the Phylogeny*, etc., p. 279.

(121) « It is, however, to be noticed that in the Urodeles the pterygoid cartilage never has that close relation to the cranium that this thesis demands, while the

autostylic condition arises comparatively late in development, and never attains that completeness which a Dipnoan ancestry would imply.

In short, I would prefer to trace the origin of both Dipnoi and Urodeles from a crossopterygian ganoid ancestry, the former being the apex of their line of development, the latter tracing their descent through the Stegocephali.»

(J. S. KINGSLEY. *The Head of an Embryo Amphiuma*. AMERICAN NATURALIST, 1892, p. 679).

- (122) MM. Boas, Cope et Kingsley admettent *implicitement*, ici, l'irréversibilité de l'évolution : autrement, ils seraient d'avis que — les dents, le prémaxillaire et le susmaxillaire perdus pourraient se retrouver, — et que l'autostylie pourrait retourner à une phase moins parfaite.

En quoi, je le répète, je suis tout à fait d'accord avec les naturalistes prémentionnés.

(123) E. D. COPE. *On the Phylogeny*, etc., p. 280.

— H. B. POLLARD. *Polypterus*, etc.

« *Polypterus* is fitted to be the ancestor of Amphibia in so far its teeth are simple but allied Crossopterygidæ possessed Labyrinthodont teeth. » p. 421.

« ... *Polypterus* which I take to represent fairly well the ancestor of the Stegocephali... » p. 421.

« ... On comparing the primordial cranium of a young *Polypterus* with that of Urodeles the general resemblance is seen to be so great that an anatomist seeing alone for the first time would certainly place it among the latter. » p. 404.



FIG. 1. — *Lepidosteus paradoxus*, Purseg. — Époque actuelle.
Amérique méridionale. — Pour montrer : le corps moins anguilliforme, la queue géphyrocentrique, et l'absence réduction des nageoires paires et impaires (celles-ci continues). — D'après M. R. H. Traquair.



FIG. 2. — *Prodeplanodon saurensis*, Owen. — Époque actuelle.
Afrique tropicale. — Pour montrer : le corps moins anguilliforme, la queue géphyrocentrique, et la plus faible réduction des nageoires paires et impaires (celles-ci continues). — D'après J. E. Gray.



FIG. 3. — *Corrodontus Purstelli*, Kreß. — Époque actuelle.
Australie. — Pour montrer : le corps cylindrique et massif, la queue géphyrocentrique et les nageoires impaires continues. — D'après M. A. Gollum.



FIG. 4. — *Drosopus lobatus*, Agassiz. — Carbonifère inférieur.

Écosse. — Pour montrer : le corps cylindrique et massif, la queue géphyrocentrique avec un dernier nœud d'hétérocentrie, et les nageoires impaires continues. — Figure originale de M. R. H. Traquair.



FIG. 5. — *Panacroleuron Andersoni*, Huxley. — Dévoient supérieur (part. sup.).

Écosse. — Pour montrer : le corps plus ou moins fusiforme, la queue géphyrocentrique avec un nœud plus accusé d'hétérocentrie, et les nageoires impaires continues, sauf l'inférieure distincte. — D'après M. R. H. Traquair, avec corrections selon les indications de ce paléontologiste.



FIG. 6. — *Saurosteus curta*, Whitesides. — Dévoient supérieur (part. inf.).

Canada. — Pour montrer : le corps plus ou moins fusiforme, la queue hétérocentrique avec entorse à la géphyrocentrie, et les nageoires impaires discontinues (des longues dorsales, la deuxième surtout). — Figure originale de M. R. H. Traquair.

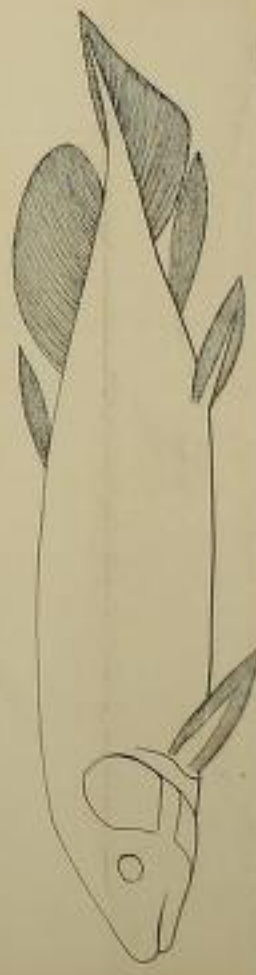


FIG. 7. — *Diplolepis saurensiformis*, Traquair. — Dévoient inférieur (part. sup.).

Écosse. — Pour montrer : le corps plus ou moins fusiforme, la queue hétérocentrique avec entorse à la géphyrocentrie, et les nageoires impaires discontinues (des quatre dorsales et une longue dorsale). — Figure originale de M. R. H. Traquair.



FIG. 8. — *Diplolepis Valenciennesi*, Solgwick et Marchion. — Dévoient inférieur (part. inf.).

Écosse. — Pour montrer : le corps fusiforme, la queue franchement hétérocentrique et les nageoires impaires discontinues (des courtes dorsales). — Figure originale de M. R. H. Traquair.

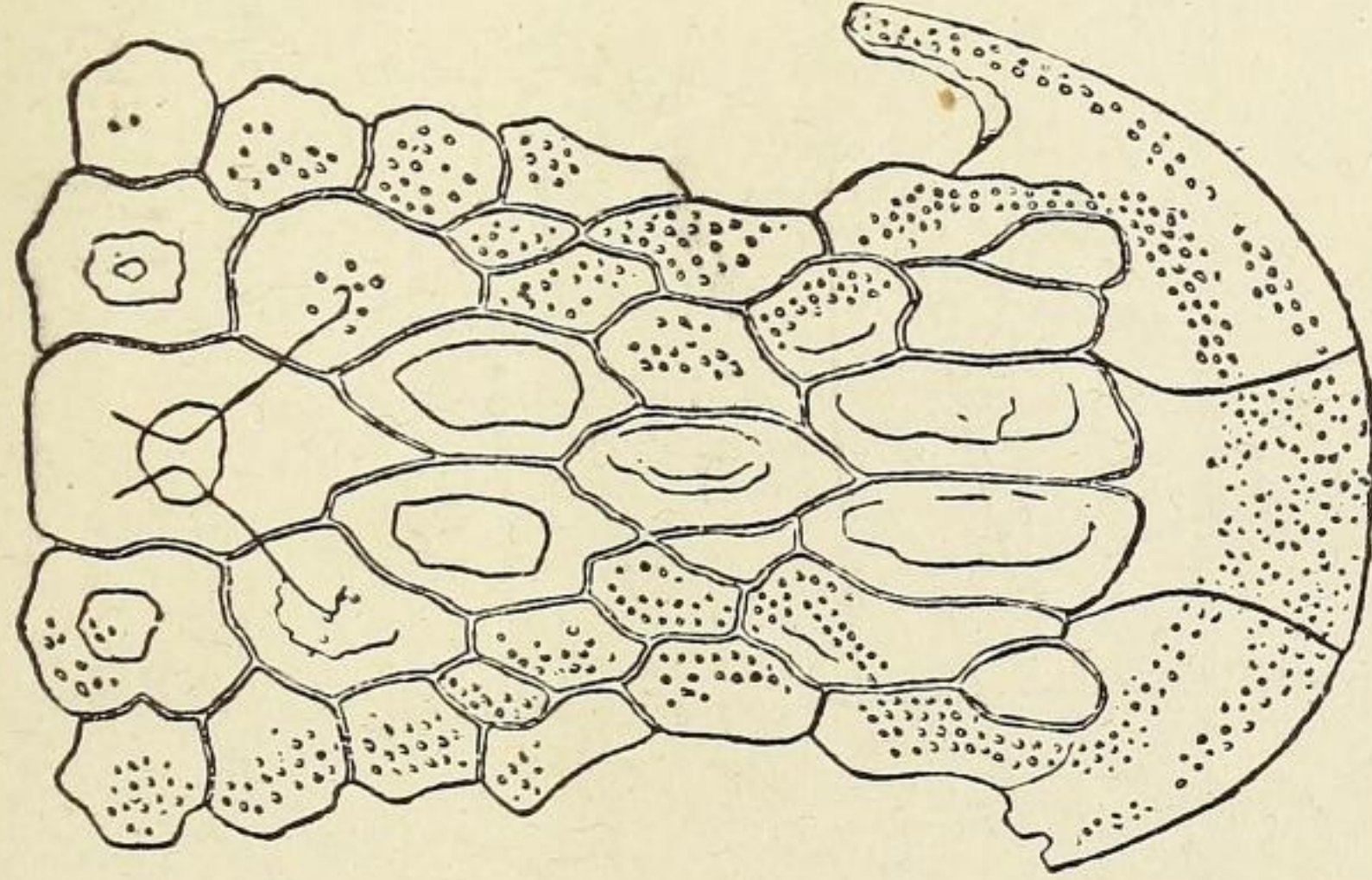


FIG. 1.

Dipterus Valenciennesi, Sedgwick et Murchison. — Pour montrer le grand nombre de pièces et le revêtement de ganoïne du bouclier céphalique. — D'après C. H. Pander.

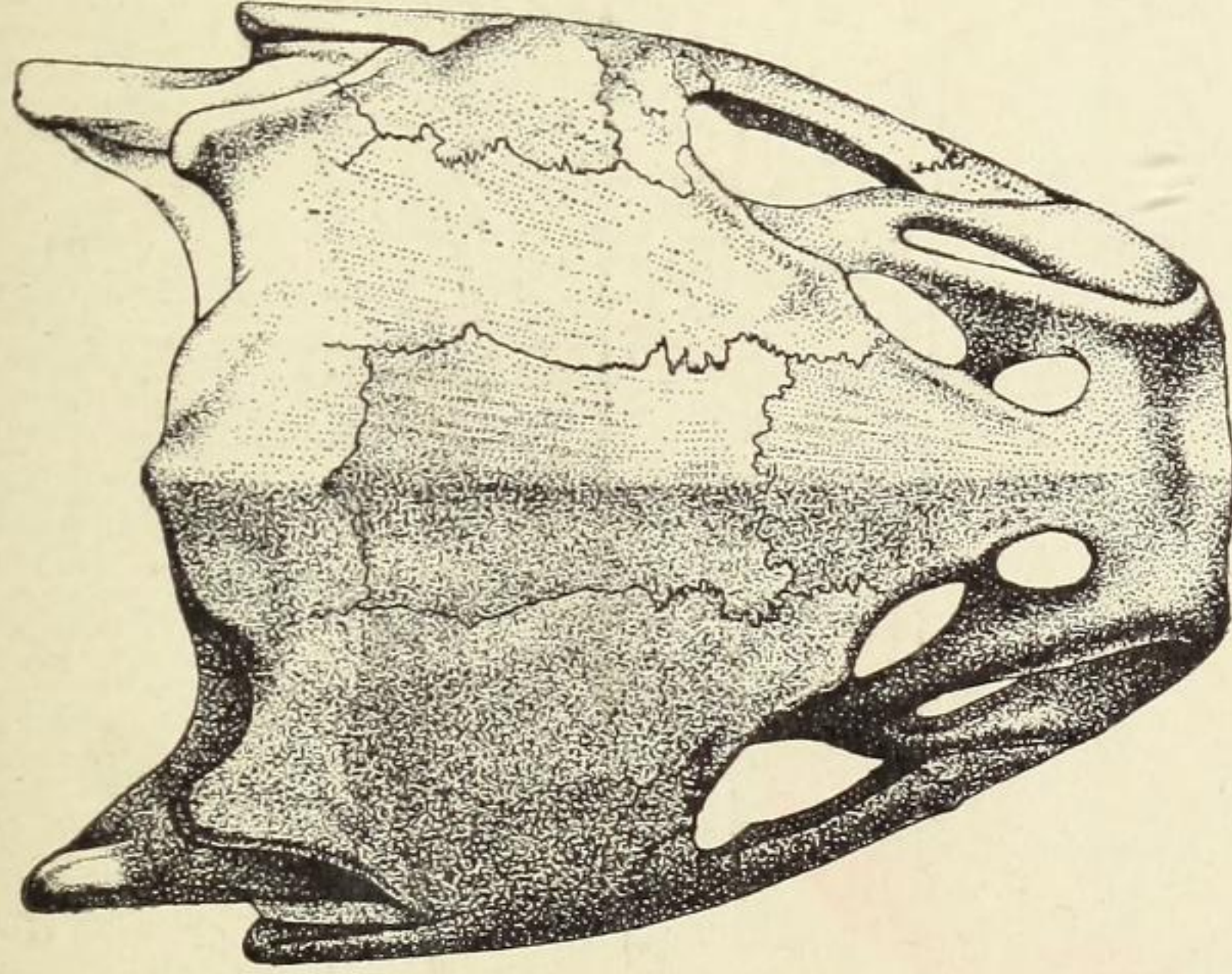


FIG. 2.

Ceratodus Forsteri, Krefft. — Pour montrer la réduction du nombre des pièces et la disparition de la ganoïne du bouclier céphalique. — D'après M. A. Günther.

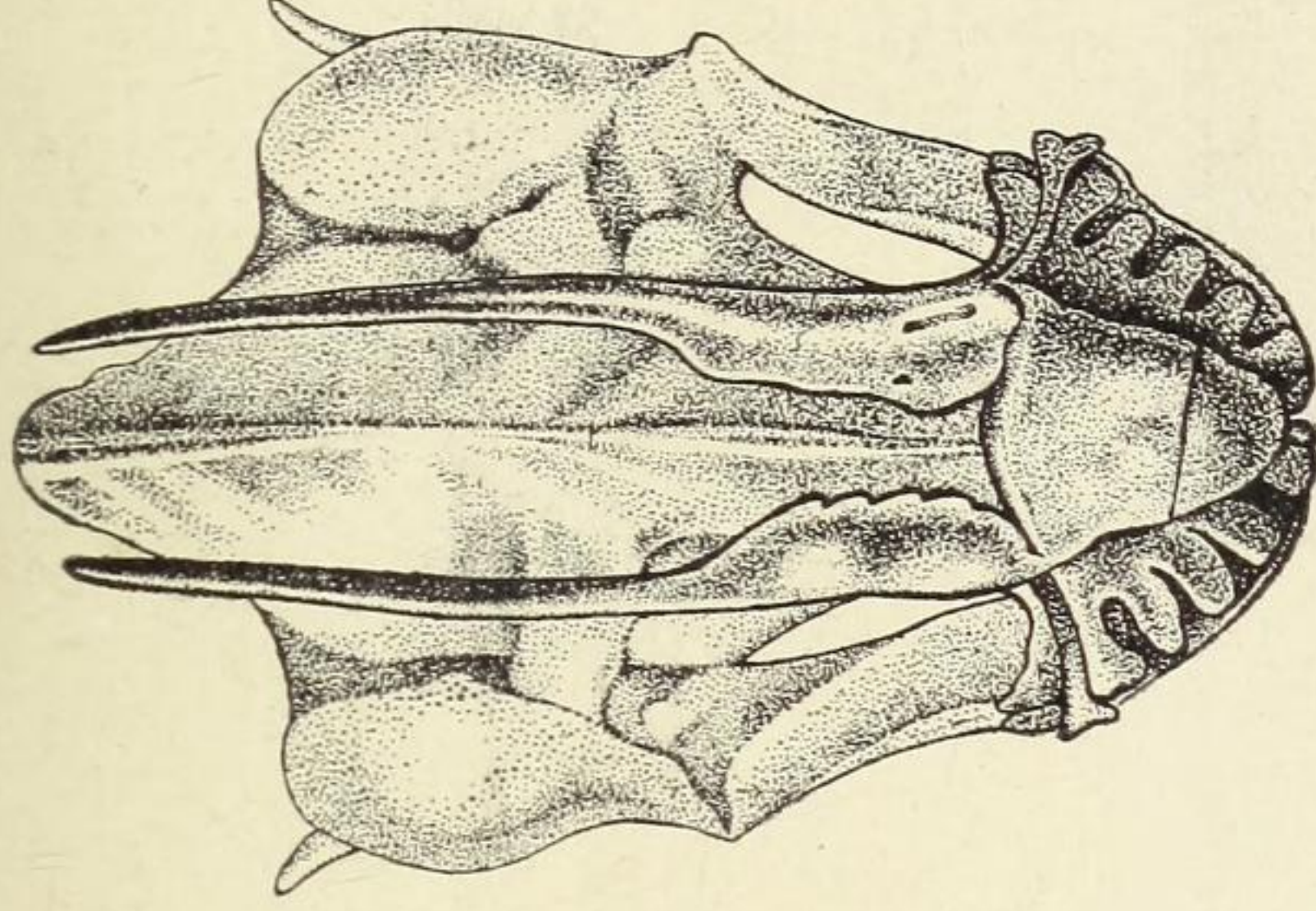


FIG. 3.

Lepidosiren paradoxa, Fitzinger. — Pour montrer l'atrophie du bouclier céphalique, réduit à deux minces languettes. — D'après Th. L. W. Bischoff.

LOUIS DOLLO. — CRANE DES DIPNEUSTES.

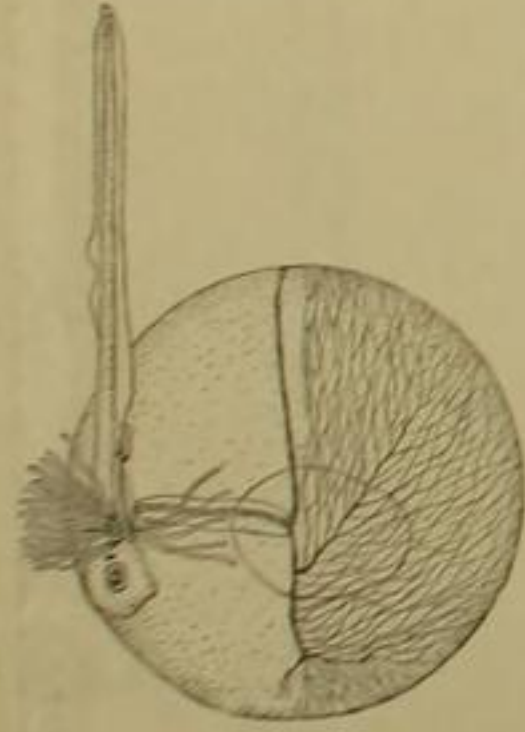


FIG. 1. — Raie, embryon (gr. nat.). — Q. diphy-
cerque.

D'après J. A. Ryder.

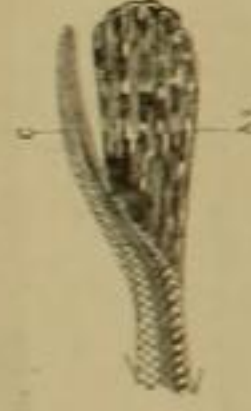


FIG. 4. — *Lepidosteus*, plus âgé (200 mm.) —
Q. hétérocerque.
A₂ — Deuxième anale.
C — Caudale.

La deuxième anale, par son développement excessif, a
refoulé la caudale dorsalement. — D'après M. A. Agassiz.

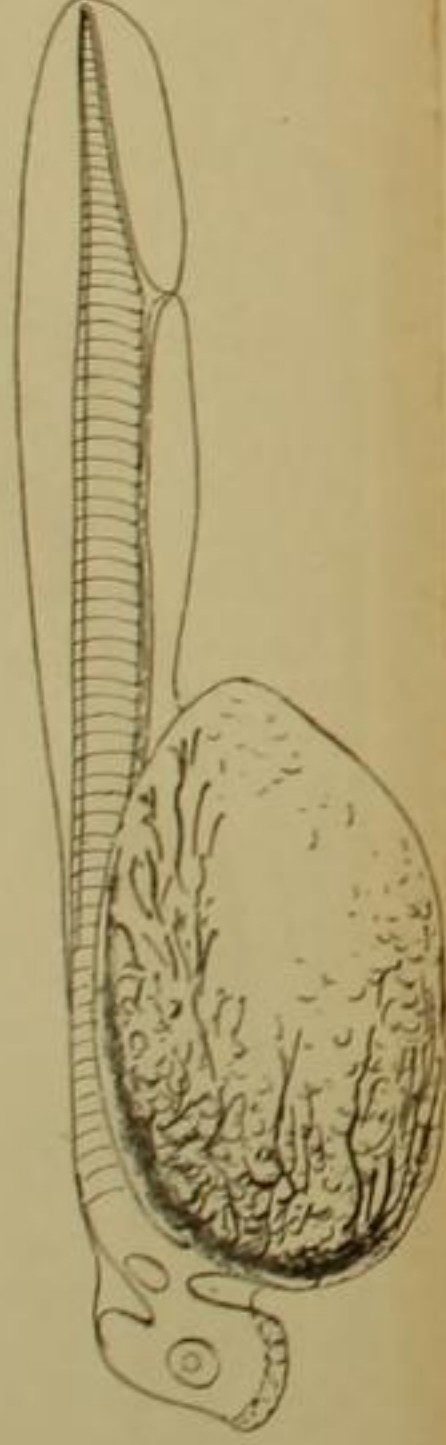


FIG. 2. — *Lepidosteus*, au sortir de l'œuf (8 mm.). — Queue diphycerque.
D'après M. A. Agassiz.

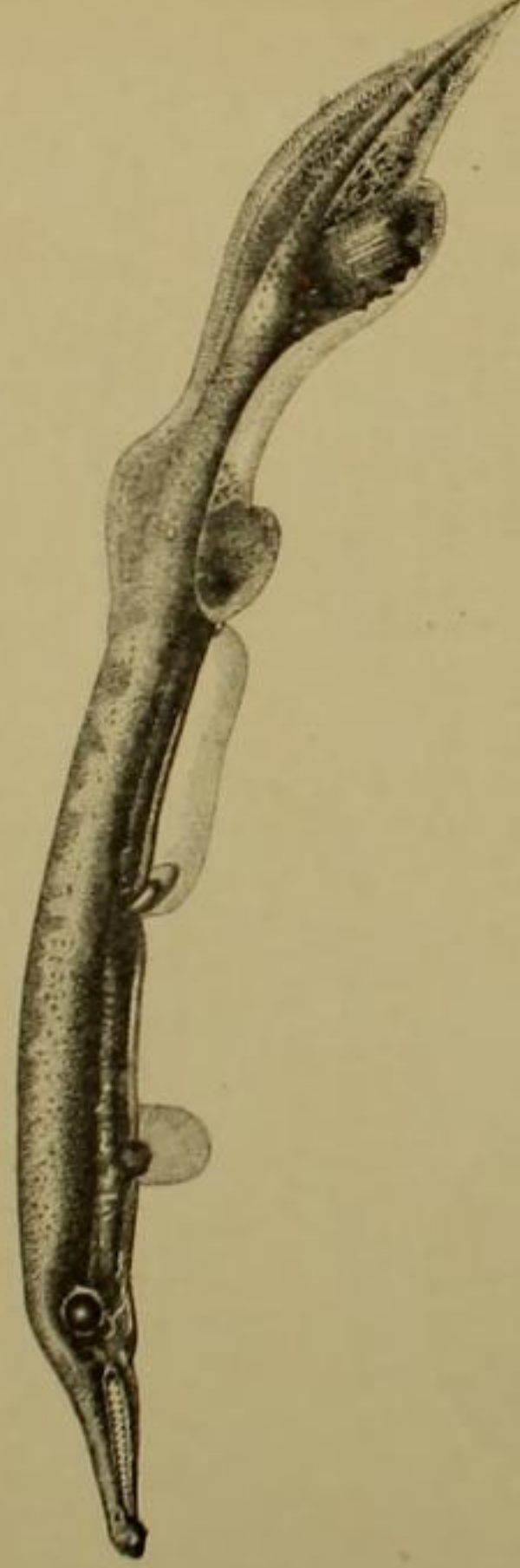


FIG. 3. — *Lepidosteus*, âgé d'un mois (25 mm.), nageant. — Queue diphycerque.
La deuxième anale, déjà très développée, est contiguë à la caudale. — D'après M. A. Agassiz.

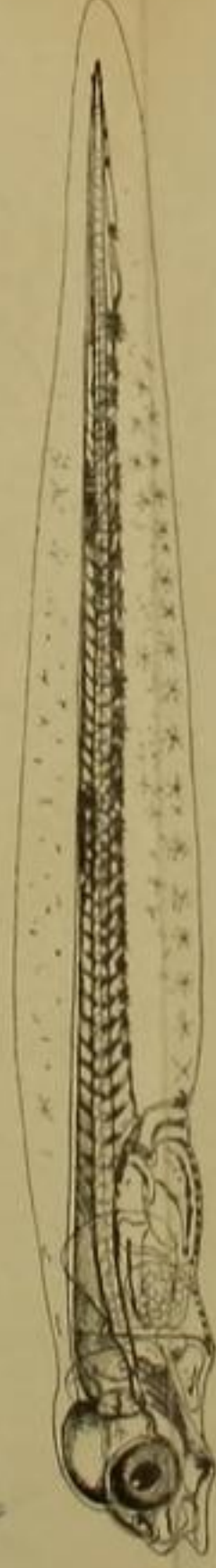


FIG. 5. — *Pleuronectes americanus*, Walbaum (Artedi). — Queue diphycerque.
Quelques jours après l'éclosion (4 mm.). — D'après M. A. Agassiz.

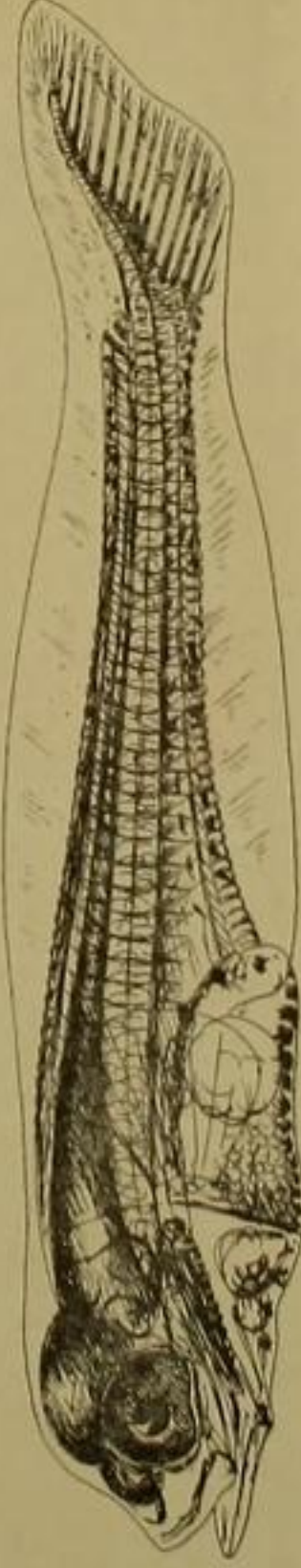


FIG. 6. — *Pleuronectes americanus*, Walbaum (Artedi). — Queue hétérocerque.
Plus âgé (7 mm.). — D'après M. A. Agassiz.

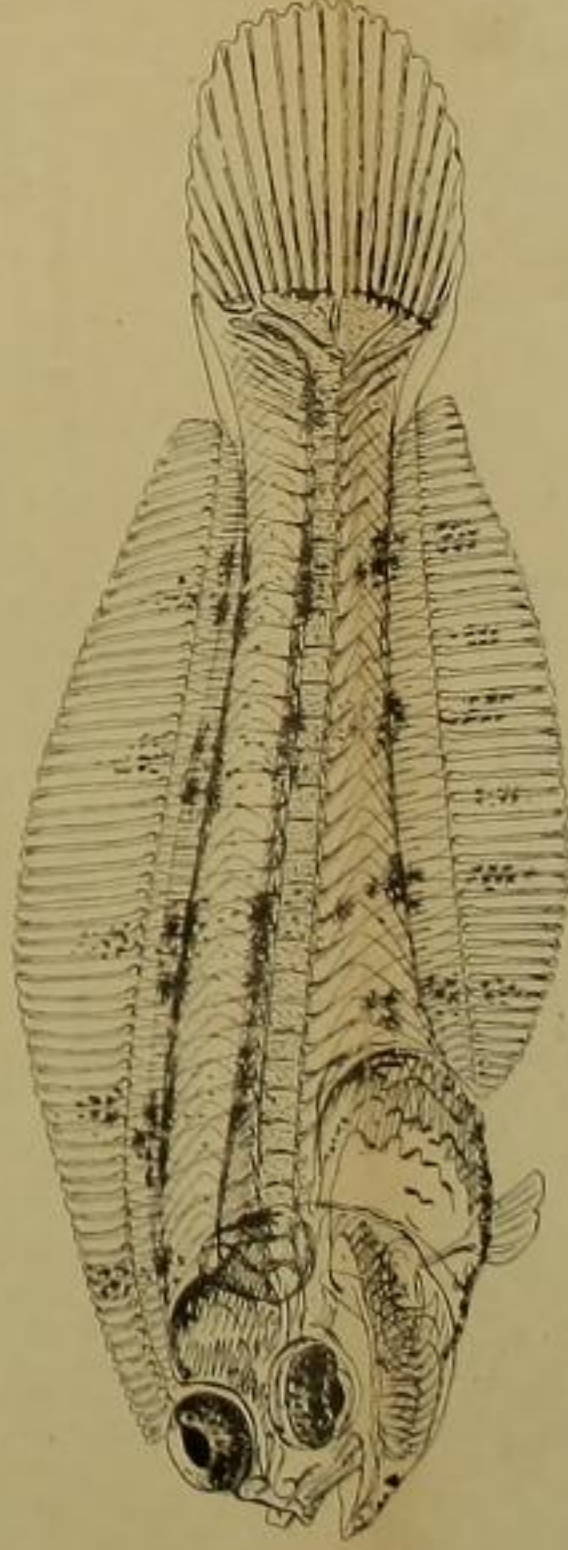


FIG. 7. — *Pleuronectes americanus*, Walbaum (Artedi). — Queue homocerce.
Encore plus âgé (18 mm.). — La forme est droite, mais on l'a retournée, pour faciliter la comparaison. —
D'après M. A. Agassiz.

LOUIS DOLLO. — ONTOGÉNIE DE LA QUEUE DES POISSONS.



FIG. 1. — **Glyptolemus kinnairdi**, Huxley. — **Queue géphyrocerque.**
Crossoptérygien ostéolépídien, à tendance anguilliforme. — Dévonien supérieur. — Écosse. — D'après T. H. Huxley.



FIG. 2. — **Osteolepis macrolepidotus**, Agassiz. — **Queue hétérocerque.**
Crossoptérygien ostéolépídien. — Dévonien inférieur. — Écosse. — D'après C. H. Pander.



FIG. 3. — **Undina gulo**, Egerton. — **Queue géphyrocerque.**
Crossoptérygien cœlacanthinien. — Jurassique. — Angleterre. — D'après M. A. S. Woodward.

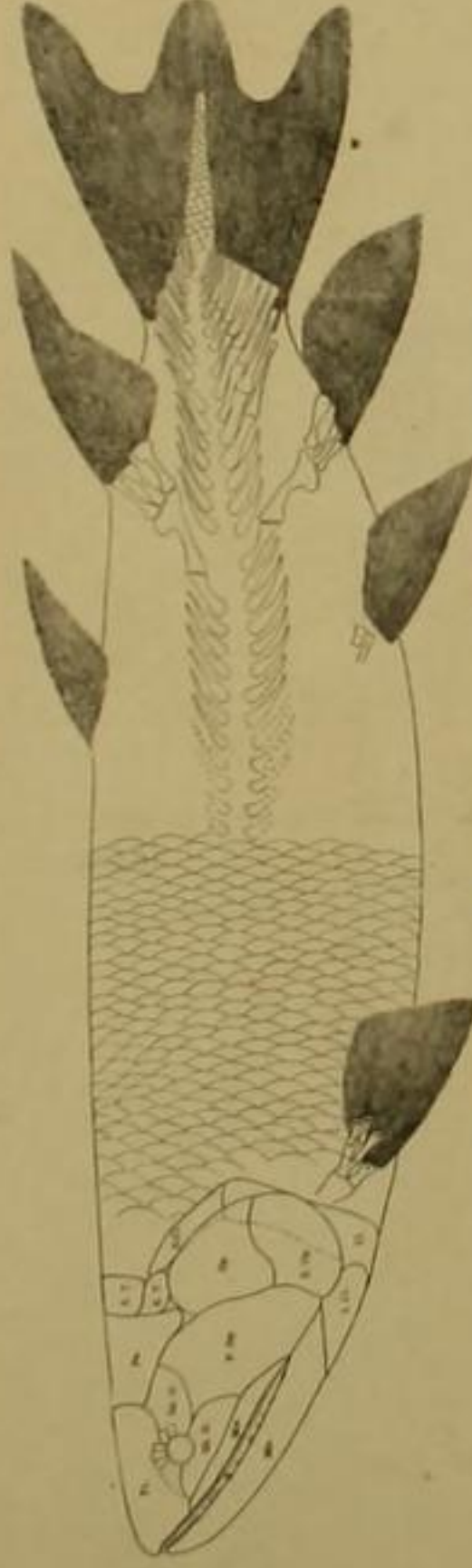


FIG. 4. — **Eusthenopteron foordi**, Whiteaves. — **Queue géphyrocerque.**
Crossoptérygien rhizodonte. — Dévonien supérieur. — Canada. — D'après M. J. F. Whiteaves.

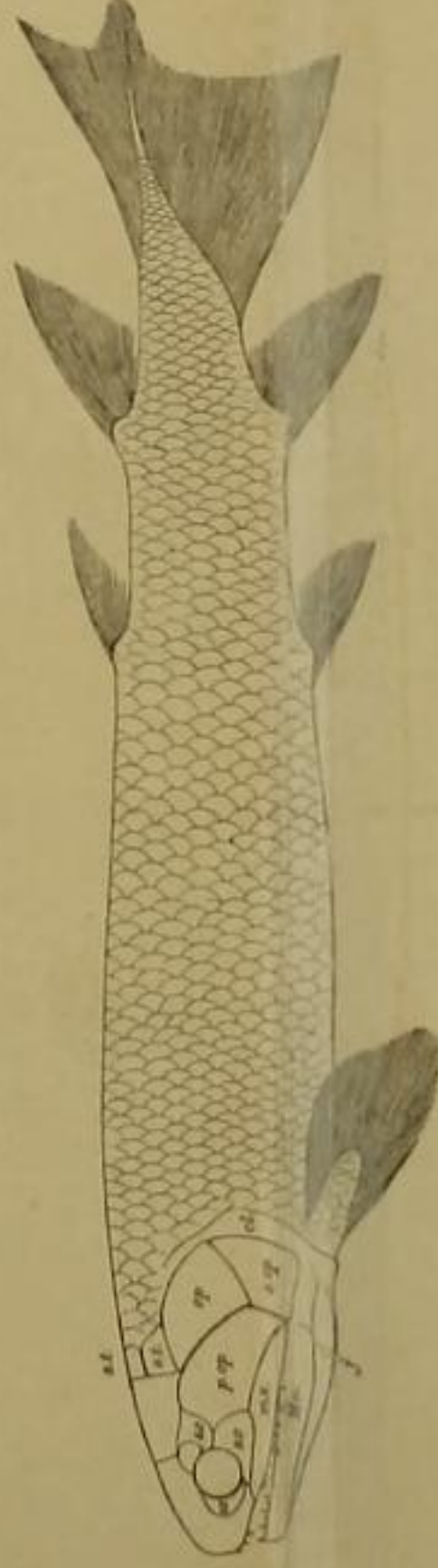


FIG. 5. — **Tristichopterus alatus**, Egerton. — **Queue hétérocerque.**
Crossoptérygien rhizodonte. — Dévonien inférieur. — Écosse. — D'après M. R. H. Traquair.



FIG. 6. — **Calamoichthys calabaricus**, Smith. — **Queue géphyrocerque.**
Crossoptérygien anguilliforme. — Époque actuelle. — Vieux Calabar. — D'après J. A. Smith.

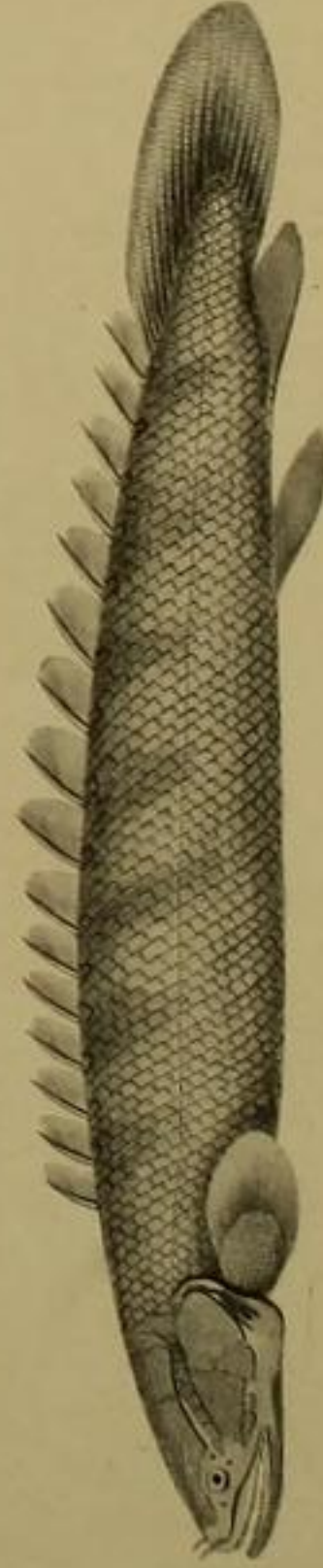


FIG. 7. — **Polypterus bichir**, Geoffroy St-Hilaire. — **Queue géphyrocerque.**
Crossoptérygien à tendance anguilliforme. — Époque actuelle. — Afrique tropicale. — D'après A. Duméril.

LOUIS DOLLO. — GÉPHYROCERCIE DES GANOÏDES.

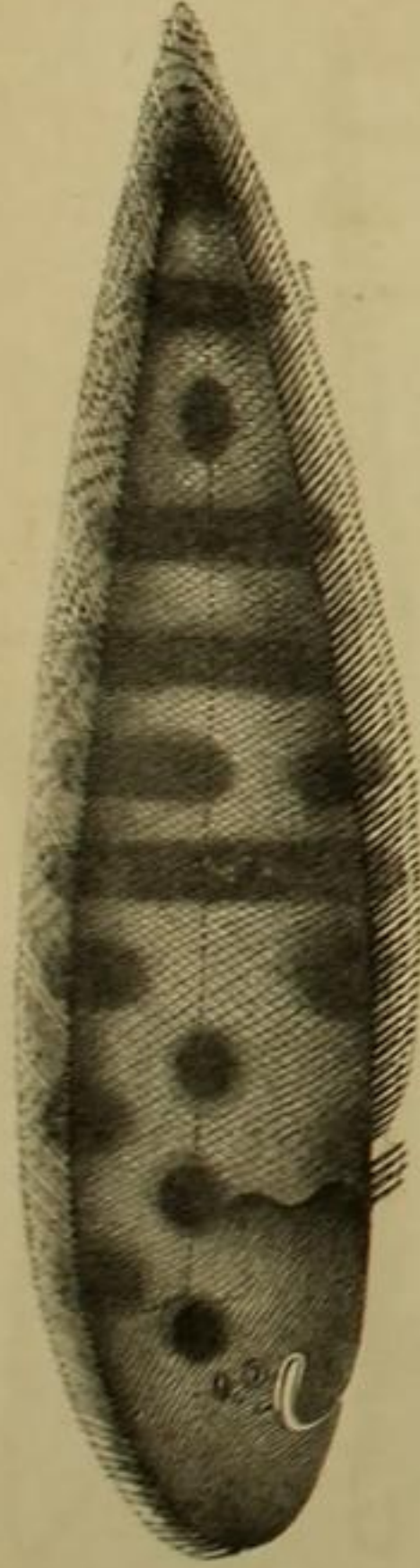


FIG. 1. — *Cynoglossus potous*, Bleeker. — Queue géphyrocerque.
Pleuronectide très spécialisée. — Époque actuelle. — Océan indien. — D'après P. Bleeker.

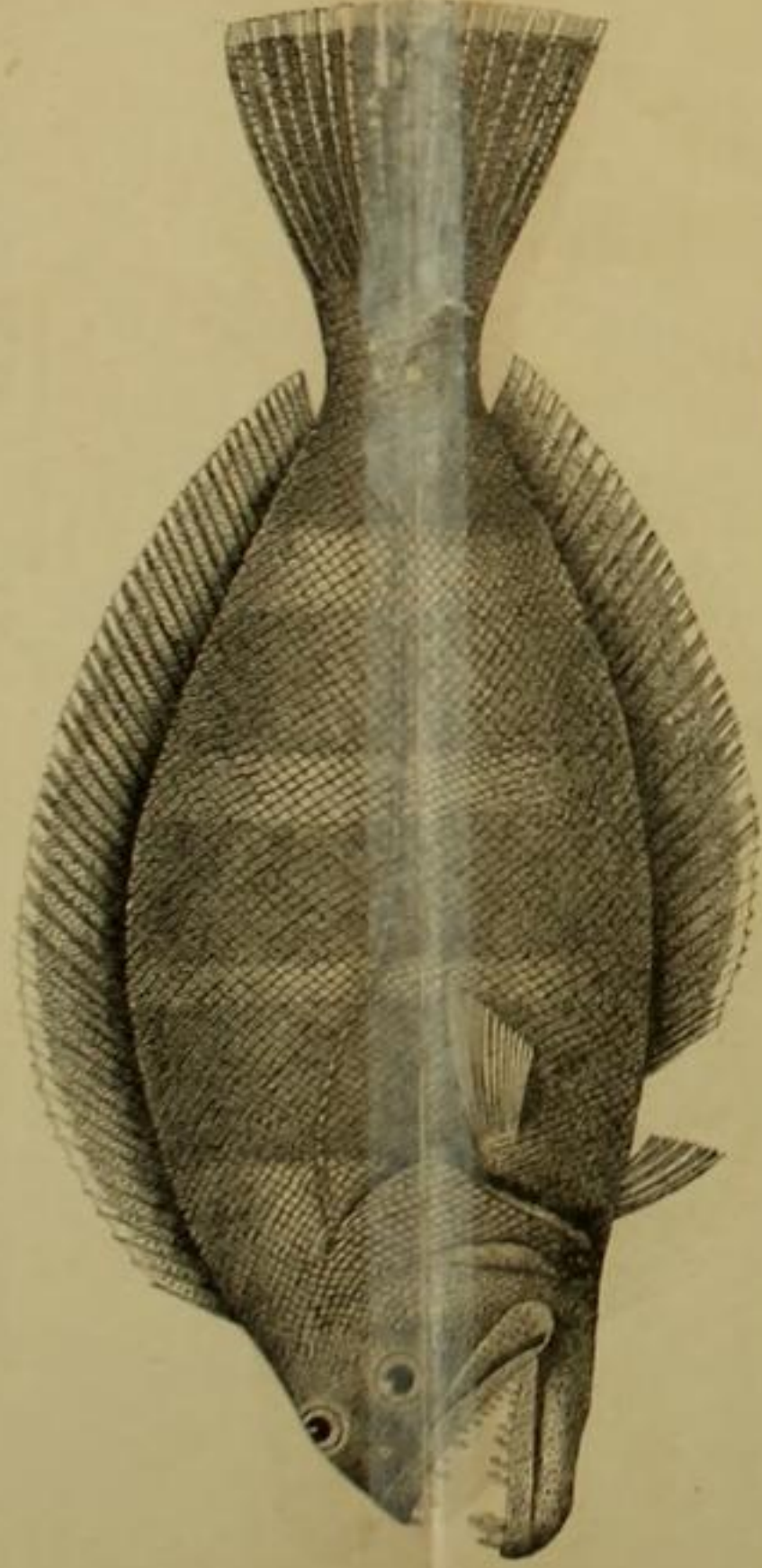


FIG. 2. — *Psettodes erumel*, Bloch (Schneider). — Queue homocerque.
Pleuronectide reste primitif. — Époque actuelle. — Océan indien. — D'après P. Bleeker.



FIG. 3. — *Fierasfer dentatus*, Cuvier. — Queue géphyrocerque.
Physoclyste anguilliforme. — Époque actuelle. — Méditerranée. — D'après M. G. Emery.

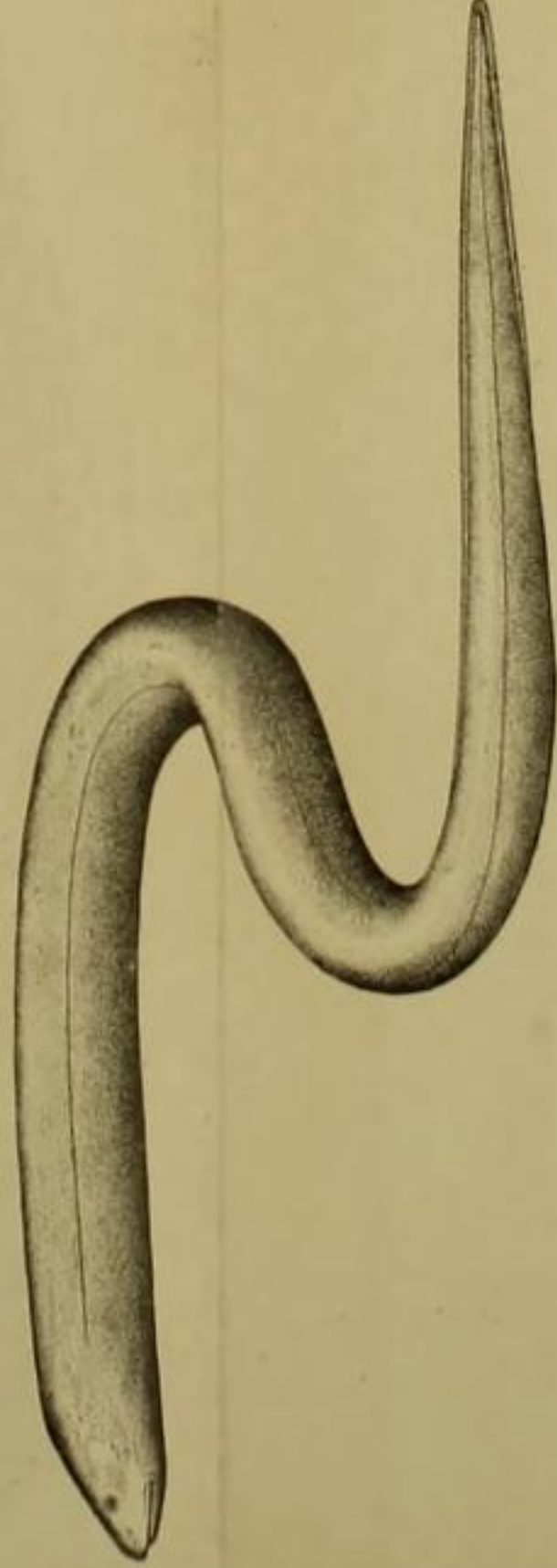


FIG. 4. — *Symbranchus marmoratus*, Bloch. — Queue géphyrocerque.
Physoclyste anguilliforme. — Époque actuelle. — Amérique tropicale (accompagne Lepidosiren dans son habitat naturel).



FIG. 5. — *Rhamphichthys Blochii*, Kaup. — Queue géphyrocerque.
Physostome anguilliforme. — Époque actuelle. — Amérique méridionale (accompagne Lepidosiren dans son habitat naturel). — D'après un croquis de M. G. A. Boulenger.

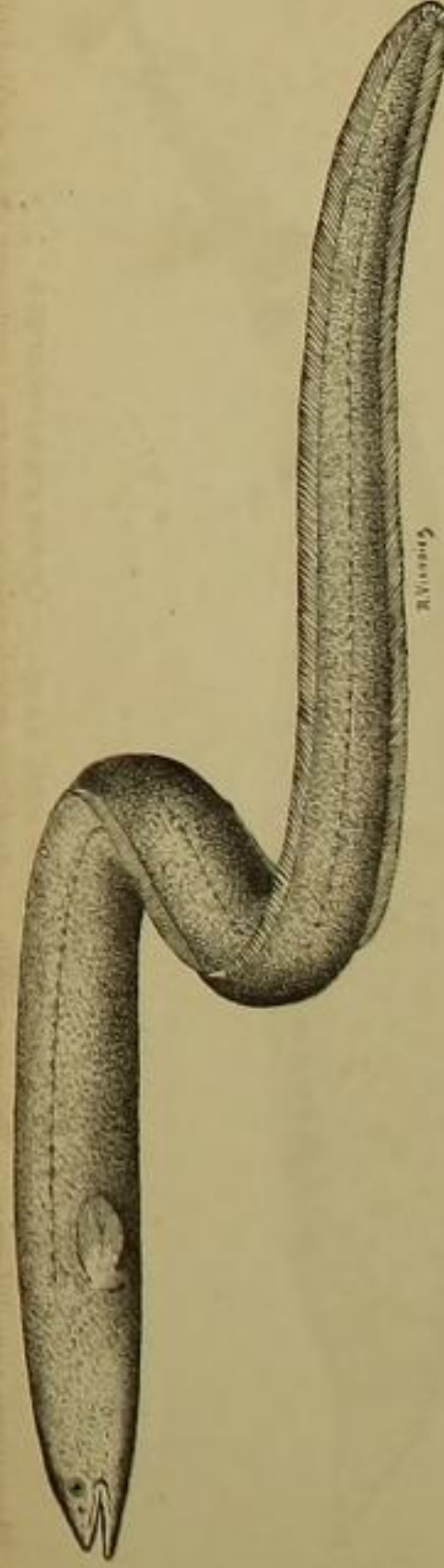
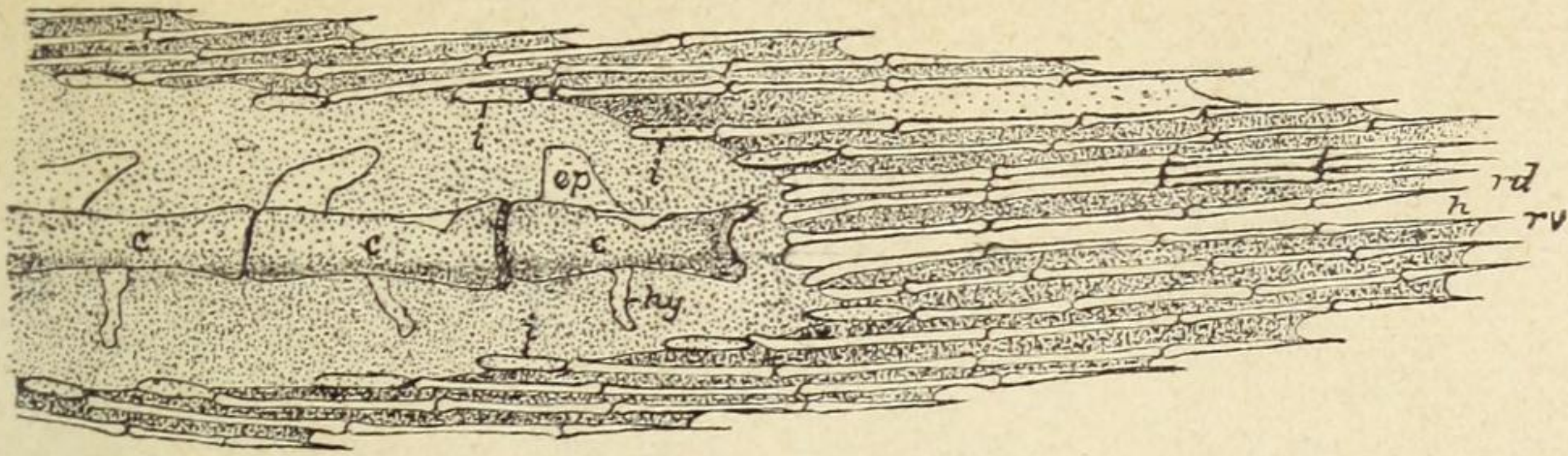
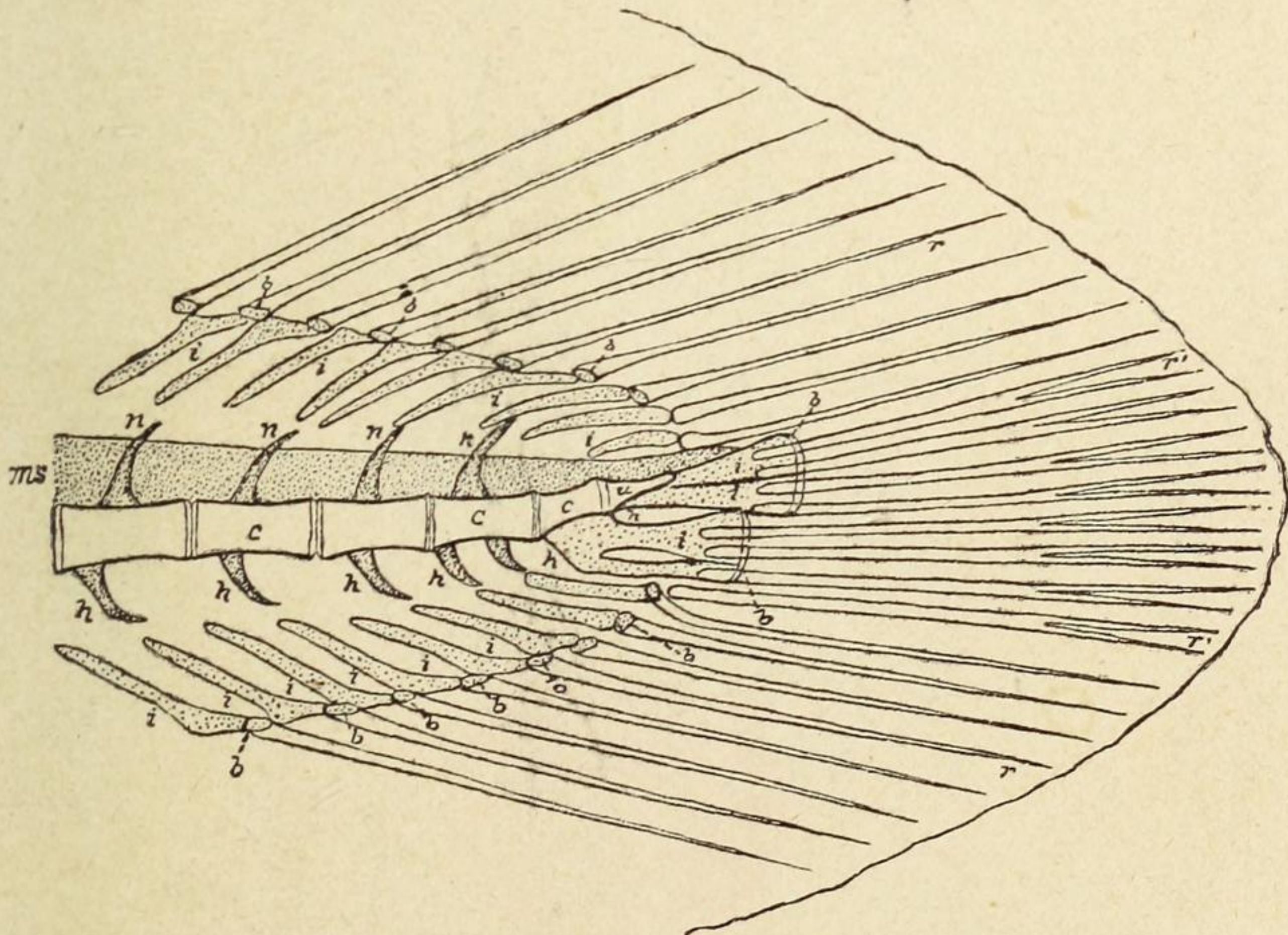


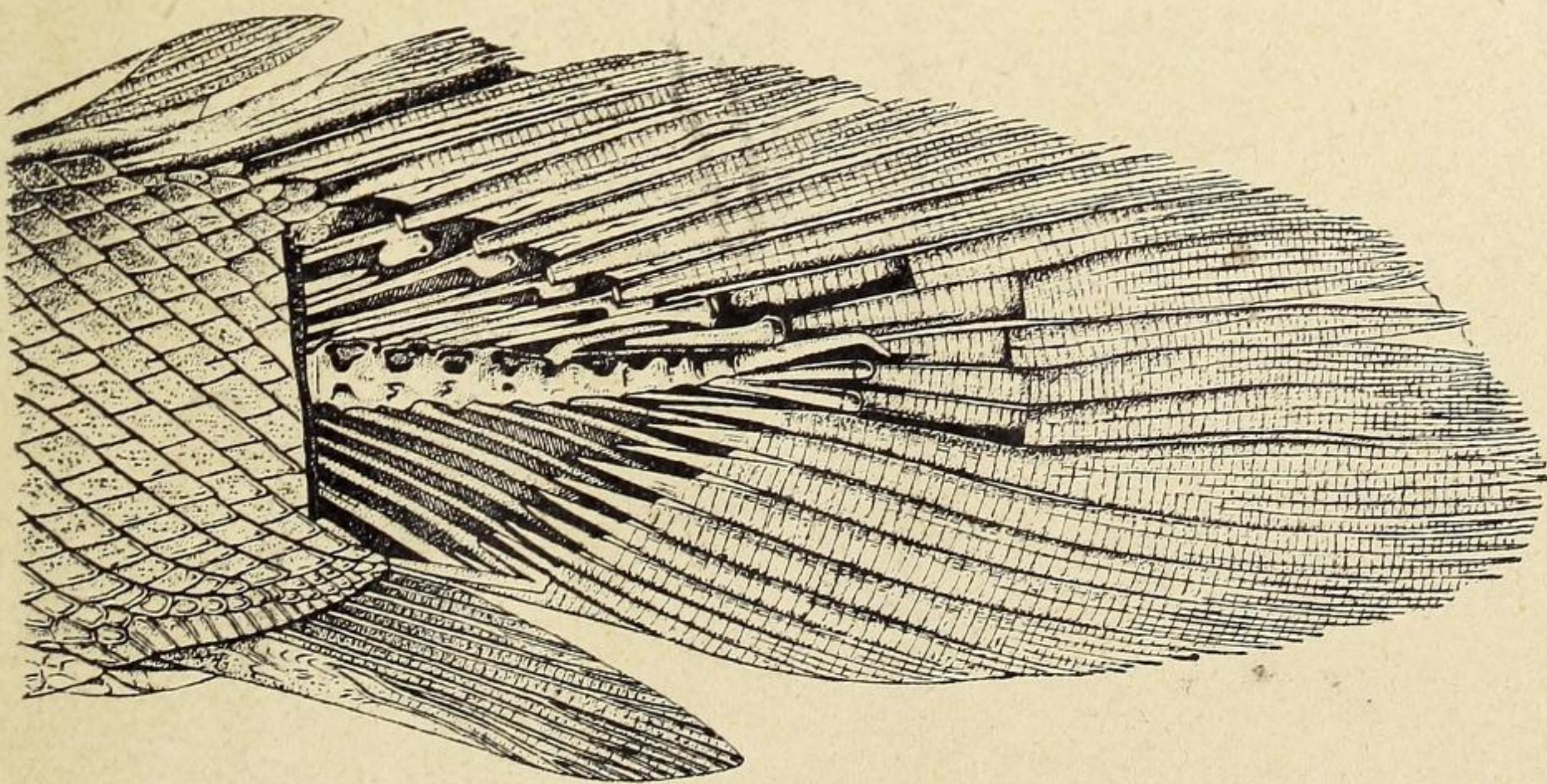
FIG. 6. — *Anguilla vulgaris*, Turton. — Queue géphyrocerque.
Physostome. — Époque actuelle. — Hémisphère septentrional.

FIG. 1. — **Fierasfer dentatus**, Cuvier. — **Physoclyste**.

Pour montrer l'avortement de l'extrémité terminale de la queue homocerque ancestrale. — D'après M. C. Emery.

FIG. 2. — **Anguilla vulgaris**, Turton. — **Physostome**.

Pour montrer la structure, témoignant de l'état ancestral homocerque. — D'après M. A. Ryder.

FIG. 3. — **Polypterus bichir**, Geoffroy St Hilaire. — **Ganoïde**.

Pour montrer le relèvement de la colonne vertébrale, témoignant de l'état ancestral hétérocerque. — D'après M. A. Kölliker.